

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-040428

(43)Date of publication of application : 06.02.2002

(51)Int.Cl. G02F 1/13363
G02F 1/1335
G02F 1/139

(21)Application number : 2000-273321 (71)Applicant : STANLEY ELECTRIC CO LTD
IMURA YASUFUMI

(22)Date of filing : 08.09.2000 (72)Inventor : IWAMOTO YOSHIHISA
IMURA YASUFUMI

(30)Priority

Priority number : 11274633 Priority date : 28.09.1999 Priority country : JP
2000142035 15.05.2000

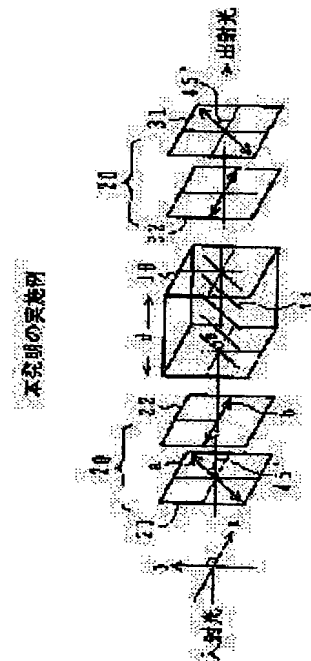
JP

(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a liquid crystal display device having an effective numerical aperture close to that of a liquid crystal display device in which liquid crystal molecules are in a single-crystalline array state, little visual angle dependence and excellent display quality in the liquid crystal display device having a liquid crystal array state in which liquid crystal molecules are arrayed in random directions in an azimuthal direction parallel to a substrate or in directions continuously changing in a plane parallel to the substrate.

SOLUTION: In the liquid crystal display device wherein a liquid crystal layer is interposed between a pair of substrates opposed to each other, the liquid crystal layer has a state in which: the liquid crystal molecules in the liquid crystal layer is arrayed in random directions in the azimuthal direction parallel to the substrate or in directions continuously changing in the surface parallel to the substrate; and circular polarizing plates are disposed on respective outsides of the pair of substrates or a circular polarizing plate is disposed on the outside of one of the pair of substrates; and a light reflecting plate is disposed adjacently to the other substrate side.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than
the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-40428

(P2002-40428A)

(43) 公開日 平成14年2月6日(2002.2.6)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
G 0 2 F 1/13363		G 0 2 F 1/13363	2 H 0 8 8
1/1335	5 1 0	1/1335	2 H 0 9 1
1/139		1/137	5 0 5

審査請求 未請求 請求項の数21 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2000-273321(P2000-273321)

(22) 出願日 平成12年9月8日(2000.9.8)

(31) 優先権主張番号 特願平11-274633

(32) 優先日 平成11年9月28日(1999.9.28)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願2000-142035(P2000-142035)

(32) 優先日 平成12年5月15日(2000.5.15)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000002303

スタンレー電気株式会社

東京都目黒区中目黒2丁目9番13号

(71) 出願人 395011735

飯村 靖文

東京都府中市是政5-6-6 ライオンズ

プラザ府中・是政駅前316号室

(72) 発明者 岩本 宣久

神奈川県横浜市青葉区荏田西1-3-1

スタンレー電気株式会社技術研究所内

(74) 代理人 100091340

弁理士 高橋 敬四郎 (外1名)

最終頁に続く

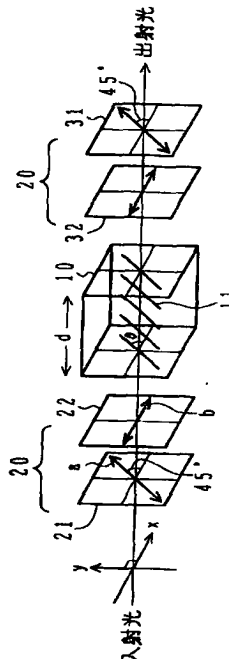
(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 液晶分子が、基板に平行な方位角方向で、ランダムな方向に配列するか、または基板に平行な面内で連続的に変化している液晶配列状態を持つ液晶表示装置において、液晶分子が単結晶配列の液晶表示装置と同様な実効開口率を有し、視角依存性が少なく、しかも表示品質の優れた液晶表示装置を提供する。

【解決手段】 液晶層を一对の対向する基板で挟持した液晶表示装置であって、前記液晶層は、前記液晶層の液晶分子が、前記基板に平行な方位角方向で、ランダムな方向に配列するか、または前記基板に平行な面内で連続的に変化している状態を有し、前記一对の基板のそれぞれの外側に、円偏光板を配置している。さらに、液晶層を一对の対向する基板で挟持した液晶表示装置であって、前記液晶層は、前記液晶層の液晶分子が、前記基板に平行な方位角方向で、ランダムな方向に配列するか、または前記基板に平行な面内で連続的に変化している状態を有し、前記一对の基板の一方の外側に円偏光板を配置し、他方の基板側に隣接して光反射板を有する。

本発明の実施例



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 液晶層を一对の対向する基板で挟持した液晶表示装置であって、前記液晶層は、前記液晶層の液晶分子が、前記基板に平行な方位角方向で、ランダムな方向に配列するか、または前記基板に平行な面内で連続的に変化している状態を有し、前記一对の基板のそれぞれの外側に、円偏光板を配置している液晶表示装置。

【請求項 2】 前記円偏光板は、直線偏光板と 1/4 波長板とを組み合わせる構成され、前記直線偏光板の透過軸の方向と前記液晶層の基板界面の液晶分子の配向方向とのなす角度が 45 度となっている請求項 1 記載の液晶表示装置。

【請求項 3】 前記円偏光板は、直線偏光板と 1/4 波長板とを組み合わせる構成され、前記直線偏光板の透過軸の方向と前記 1/4 波長板の遅相軸の方向とが 45° になるように配置されている請求項 1 あるいは 2 記載の液晶表示装置。

【請求項 4】 前記一对の基板の両外側に配置された前記 1/4 波長板の遅相軸の方向が互いに平行または直交するように配置されている請求項 3 記載の液晶表示装置。

【請求項 5】 液晶層を一对の対向する基板で挟持した液晶表示装置であって、前記液晶層は、前記液晶層の液晶分子が、前記基板に平行な方位角方向で、ランダムな方向に配列するか、または前記基板に平行な面内で連続的に変化している状態を有し、前記一对の基板の一方の外側に円偏光板を配置し、他方の基板側に隣接して光反射板を有する液晶表示装置。

【請求項 6】 前記円偏光板は、直線偏光板と 1/4 波長板とを組み合わせる構成され、前記直線偏光板の透過軸の方向と前記 1/4 波長板の遅相軸の方向とが 45° の関係になるように配置されている請求項 5 記載の液晶表示装置。

【請求項 7】 前記 1/4 位置波長板の遅相軸の方向が任意の方向である請求項 6 記載の液晶表示装置。

【請求項 8】 さらに前記液晶層に電圧を印加する電極を有し、前記電極により前記液晶層に形成される電界は、前記一对の基板間の方向あるいは、前記基板と平行な面内で均一でない請求項 1 あるいは 5 記載の液晶表示装置。

【請求項 9】 前記液晶層の前記基板間方向の厚み d と、該厚み方向のカイラルピッチ p とが、 $d/p \leq 0.25$ になるように設定されている請求項 2 記載の液晶表示装置。

【請求項 10】 前記一对の基板の内の表示面となる基板とは反対側の基板の外側に配置された前記円偏光板がコレステリックフィルムで構成されている請求項 1 記載の液晶表示装置。

【請求項 11】 前記液晶層がアモルファス配向 ECB モード液晶セルである請求項 1 あるいは 2 あるいは 5 記

載の液晶表示装置。

【請求項 12】 前記液晶層がアモルファス配向 HAN モード液晶セルである請求項 1 あるいは 2 あるいは 5 記載の液晶表示装置。

【請求項 13】 前記液晶層がツイスト配向液晶セルである請求項 1 あるいは 2 あるいは 5 記載の液晶表示装置。

【請求項 14】 前記液晶層が、スリット開口部を有する電極による電界により配向する垂直配向液晶セルである請求項 1 あるいは 2 あるいは 5 記載の液晶表示装置。

【請求項 15】 前記一对の基板のそれぞれの外側に配置された前記円偏光板の各々は、直線偏光板と 1/4 波長板とを組み合わせる構成され、一方の前記円偏光板の前記 1/4 波長板の遅相軸の方向と他方の前記円偏光板の前記 1/4 波長板の遅相軸の方向とが互いに直交するように配置されている請求項 1 記載の液晶表示装置。

【請求項 16】 前記一对の基板のそれぞれの外側に配置された前記円偏光板の一方と他方の直線偏光板の透過軸の方向は互いに直行するように配置されている請求項 15 記載の液晶表示装置。

【請求項 17】 前記 1/4 波長板は、理想的な 1/4 波長板の波長分散性に比べてより小さな波長分散性を有する請求項 16 記載の液晶表示装置。

【請求項 18】 前記 1/4 波長板は、材料を所定の方向に延伸した延伸軸を有する一枚のフィルムからなる請求項 17 記載の液晶表示装置。

【請求項 19】 前記液晶層が、ECB モード液晶セルである請求項 15 から 18 のいずれか 1 項記載の液晶表示装置。

【請求項 20】 前記 1/4 波長板の表面と平行な方向で互いに直交する方位角方向の屈折率を N_x 、 N_y とし、厚み方向の屈折率を N_z としたときに、前記一对の基板のそれぞれの外側に配置された前記円偏光板の前記 1/4 波長板の各々が $N_x > N_y > N_z$ の関係を有するフィルムであり、一方の円偏光板と他方の円偏光板の 1/4 波長フィルムの N_z の軸方向は同一で、 N_x の方向が交差している請求項 15 記載の液晶表示装置。

【請求項 21】 前記 1/4 波長板が $N_x > N_y > N_z$ の関係を有する少なくとも 2 枚のフィルムからなる請求項 20 記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、液晶表示装置に係わり、特に、液晶分子が、基板に平行な方位角方向で、ランダムな方向に配列するか、または基板に平行な面内で連続的に変化している液晶配列状態を持つ液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 液晶表示装置において、液晶自身の複屈折性により、表示面の観察方向（視認角）が変化する

10

20

30

40

50

と、それにつれて表示状態も変化するという問題がある。これは、液晶層における液晶分子が基板界面の配向規制により、単結晶的配列をしているためと考えられる。

【0003】この視認角依存性を少なくして、どの観察方向から同じような表示状態とする方法として、液晶分子を画素内であらゆる方向にランダムに配向させるいわゆるマルチドメイン法が考案されている。たとえば、各画素の一つ一つを二つあるいは四つの異なる配列方位を持った液晶分子で構成される複数の副画素に分割して構成するものが多く提案されている。マルチドメイン法では、全方位に液晶配列する副画素（ドメイン）が存在するアモルファス配向や、ASM (Axially Symmetric aligned Micro-cell) 配向すなわち軸対称配向等が視認角依存性の対策としてもっとも有効であると考えられる。

【0004】液晶セルの光透過率が高く、良好な表示状態を得るためには、液晶配向方向と偏光板配置の関係は、ある特定の条件を満たしている必要がある。

【0005】図35は、ECB型 (Electrically Controlled Birefringence) - LCD (液晶表示装置) の電圧印加時の様子を模式的に描いたものである。液晶層を対向する一対の透明基板 (図示せず) で挟持したECB型液晶セル1は、互いに直交する透過軸 (偏光軸) 方向 (矢印) の直線偏光板2、3で挟持されている。4は液晶分子の長軸方向を模式的に図示したもので、例えば、電圧無印加時には、偏光板に対して垂直な方向に立っていて、互いに直交関係にある偏光板2、3により光は通過できないで暗表示となる。電圧印加時には、液晶分子は図35のよう

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ECB型LCDにおいて高透過率でかつ高コントラストな表示を実現するには、偏光板2、3の透過軸 (偏光軸) とセル基板界面の液晶分子の配向方向とのなす角度は、45度とするのが通常である。従って、1画素における液晶配向方向の方位がランダム性が強いアモルファス配向やASMモードやあるいは電圧印加時の垂直配向ECBモードのLCDでは、そのような角度条件を満たさない副画素が存在することにより実効的な開口率が低下し、光透過率の低下を招き、特に、表示面の正面方向から観察した時の電気光学特性が著しく低下する。

【0007】本発明の目的は、液晶分子が、基板に平行な方位角方向で、ランダムな方向に配列するか、または基板に平行な面内で連続的に変化している液晶配列状態を持つ液晶表示装置において、液晶分子が単結晶的配列

の液晶表示装置と同等な実効開口率を有し、視角依存性が少なく、しかも表示品質の優れた液晶表示装置を提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の一観点によれば、液晶層を一対の対向する基板で挟持した液晶表示装置は、前記液晶層は、前記液晶層の液晶分子が、前記基板に平行な方位角方向で、ランダムな方向に配列するか、または前記基板に平行な面内で連続的に変化している状態を有し、前記一対の基板のそれぞれの外側に、円偏光板を配置している。

【0009】本発明の他の観点によれば、液晶層を一対の対向する基板で挟持した液晶表示装置であって、前記液晶層は、前記液晶層の液晶分子が、前記基板に平行な方位角方向で、ランダムな方向に配列するか、または前記基板に平行な面内で連続的に変化している状態を有し、前記一対の基板の一方の外側に円偏光板を配置し、他方の基板側に隣接して光反射板を有する液晶表示装置も含む。

【0010】偏光手段に円偏光板を使用したことによって、液晶セル内の方位角方向の異常配向状態を不可視化して、かつその領域を有効画素化することにより実効的な開口率を向上させる。本発明は、透過型液晶表示装置と反射型液晶表示装置のいずれにも適用可能である。

【0011】

【発明の実施の形態】通常、液晶セルの前後、すなわち、前面と後面とには、図35の例でも示したように、それぞれ直線偏光板が貼り付けてあるが、本発明においては、直線偏光板の代わりに円偏光板を使用することにより、液晶層の液晶分子が、前記基板に平行な方位角方向で、ランダムな方向に配列したり、または基板に平行な面内で連続的に変化している状態を持つ液晶表示装置であっても、液晶分子が単結晶的配列の液晶表示装置と同様な実効開口率を有する表示状態が得られる。しかも、視角依存性が少なく、表示品質が優れる。

【0012】図1に、本発明の実施例による透過型の液晶表示装置の模式図を示す。10は、液晶層であり、図示しない一対の透明基板で液晶11を含む液晶層10が挟持されている。液晶層10の両外側には、それぞれ円偏光板20、30が配置されている。円偏光板20は、直線偏光板21と1/4波長板22とで構成される。直線偏光板21の透過軸の方向aと1/4波長板22の遅相軸の方向bとが45°になるように配置されている。もう一方の円偏光板30も直線偏光板31と1/4波長板32とで構成されていて、直線偏光板と1/4波長板の順序は逆である。

【0013】すなわち、直線偏光板21と31とは液晶セル10の前後にその透過軸がx軸に対して45°でパラレル配置され、1/4波長板22と32はいずれも遅相軸が平行で0°である。この配置条件で、液晶分子1

1がx軸に関して方位角 θ だけ傾いている場合、ジョーンズベクトルを用いて正面出射電界 E_{out} を示すと式1の通りとなる。

$$E_{out} = \begin{bmatrix} E_{out-x} \\ E_{out-y} \end{bmatrix} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \cos\theta (e^{i\delta}-1)e^{-i\theta}+1 & i\sin\theta (e^{i\delta}-1)e^{-i\theta}-1 \\ -\cos\theta (e^{i\delta}-1)e^{-i\theta}-1 & -i\sin\theta (e^{i\delta}-1)e^{-i\theta}+1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_{in-x} \\ E_{in-y} \end{bmatrix}$$

$$\text{ここで } \delta = \begin{cases} \frac{2\pi\Delta nd}{2} \longrightarrow \text{透過型} \\ 2\pi\Delta nd \longrightarrow \text{反射型} \end{cases} \quad \dots (1)$$

【0015】ここで、 E_{in} は正面入射光電界を示す。 Δn は屈折率異方性、 Δnd はリタデーション、 i は虚数単位を示す。液晶セル10に入射する電界 E_{in} は、円偏光板20を通過するだけなので、次の式2で表せ

$$\begin{bmatrix} E_{in-x} \\ E_{in-y} \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} \quad \dots (2)$$

【0017】これを考慮して、出射光強度 I を求めると、式3に示すように、液晶層10のリタデーション δ のみの関数となる。

$$I = E_{out} E_{out}^* = \sin^2 \delta \quad \dots (3)$$

【0019】但し、 E_{out}^* は E_{out} の複素共役である。すなわち、透過光強度 I は、液晶配向の方位 θ には無関係で、液晶層10の厚さ方向の液晶分子配列のみに依存する。

【0020】図1の透過型液晶表示装置のほかに、反射型液晶表示装置の実施例を図2に示す。図2で、40は光反射板あるいは反射面であり、出射光は液晶層を2回透過するが、それ以外は図1の実施例と同様であり、同じような効果を得ることができる。

【0021】図3は、透過型液晶表示装置の別の実施例を示す。図1の場合と異なるのは、前後の円偏光板20と50との間の透過軸と遅相軸が直交した関係になっていることである。すなわち、出射側の円偏光板50の直線偏光板51の透過軸 c と入射側の円偏光板20の直線偏光板21の透過軸 a とは互いに直交し、出射側の円偏光板50の1/4波長板52の遅相軸 e と入射側の円偏光板20の1/4波長板22の遅相軸 b とは互いに直交している。この実施例でも、図1の実施例と同様な効果

*【0014】
【数1】

※る。
【0016】
【数2】

20★【0018】
【数3】

を得ることができる。

【0022】図4は、透過型液晶表示装置の別の実施例を示す。図1～図3の場合と異なるのは、入射側の円偏光板60を構成する偏光子（直線偏光板）61の透過軸 a と液晶分子11の配向方向とのなす角度が45度と設定しており、それに伴い出射側の円偏光板70を構成する検光子（直線偏光板）71の透過軸 c と液晶分子11の配向方向とのなす角度も45度となっていることである。さらに、出射側の円偏光板70の検光子71の透過軸 c と入射側の円偏光板60の偏光子61の透過軸 a とは互いに直交し、出射側の円偏光板70の1/4波長板72の遅相軸 e と入射側の円偏光板60の1/4波長板62の遅相軸 b とは互いに直交している。

【0023】図4の実施例の出射光電界強度 E_{out} をジョーンズベクトルを用いて示すと式4の通りとなる。

40 【0024】
【数4】

$$\begin{aligned}
 E_{out} &= \begin{bmatrix} E_{xout} \\ E_{yout} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & i \\ i & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e^{i\delta} \cos^2 \theta + \sin^2 \theta & \sin \theta \cos \theta (e^{i\delta} - 1) \\ \sin \theta \cos \theta (e^{i\delta} - 1) & e^{i\delta} \sin^2 \theta + \cos^2 \theta \end{bmatrix} \\
 &\quad \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & i \\ i & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_{xin} \\ E_{yin} \end{bmatrix} \\
 E_{out} &= \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ i E_{xin} (e^{i\delta} + 1) \end{bmatrix} \quad \dots (4)
 \end{aligned}$$

【0025】さらに出射光強度 I_{out} は、式5に示すようになる。

【0026】

【数5】

$$I_{out} = \frac{1}{2} I_{in} \cos^2 \left(\frac{\delta}{2} \right) \quad \dots (5)$$

【0027】この実施例でも、液晶層10のリタレーション δ のみの関数となり、透過光強度は液晶分子の方位角 θ には無関係となつて、図1～図3の実施例と同様な効果を得ることができる。

【0028】この式によると、円偏光板を使用した場合、透過光強度は液晶分子の方位角 θ に関係ないことが判る。理想的な円偏光板を用いた場合、円偏光板と液晶層との配置は任意でよい。すなわち、円偏光板の軸方位は原理的には任意でよいことになる。

【0029】なお、図4の実施例の入射側と出射側の円偏光板の1/4波長板の遅相軸は互いに平行であるために、円偏光の回転方向は入射側と出射側で同一（いずれも右回りか、あるいは左回り）となるので、ノーマリホワイト表示が得られる。図4の配置で、入射側と出射側の円偏光板の1/4波長板の遅相軸を互いに直交させると出射光強度 I_{out} は、式6に示すようになる。この場合、円偏光の回転方向は入射側と出射側で逆回りとなるので、ノーマリブラック表示が得られる。

【0030】

【数6】

$$I_{out} = \frac{1}{2} I_{in} \sin^2 \left(\frac{\delta}{2} \right) \quad \dots (6)$$

【0031】

【実施例】次に、図1～図3に示した液晶表示装置の実施例について、実際に作製して試験した結果を図5と図6を参照して説明する。

【0032】各画素の液晶を駆動するコモン電極100を、長方形のストライプ状として、その中央部に隣接電極間隔と同じ幅の10 μ mでスリット開口部101（非電極部）を設けて、スリットのエッジ部による斜め電界（フリッジ電界、不均一電界）を利用して液晶分子の配向制御を行い、視角特性を改善した液晶セルと、円偏光

板との組み合わせを使用した。

【0033】液晶セルは、セル厚 $d = 3.8 \mu\text{m}$ 、誘電率異方性が負 $\Delta \epsilon < 0$ であり、スリット電極100は電極間隔（＝スリット幅）が10 μ mである。印加電圧は4.3Vrmsで矩形交流波である。測定用光源として、ハロゲンランプに中心波長が530nmのニコン製バンドパスフィルタを介して使用した。なお、参考のために、従来の直線偏光板を使用したものも作製して、比較測定を行った。

20 【0034】図5は、従来の直線偏光板を使用したものであり、図6は、同じ液晶セルに円偏光板（直線偏光板+1/4波長板）を使用した本発明の実施例によるもので、いずれもニコン製偏光顕微鏡で、上記条件で電極のある面を撮影したものである。

【0035】図5の従来例の場合、直線偏光板は偏光顕微鏡に備わっているものを利用した。この場合、不均一電界（斜め電界）による液晶分子配向制御が行われているために、液晶分子の方位配向方向が1画素内で均一ではない。従って、液晶セル前後に配置した直線偏光板の透過軸方向 f 、 g と平行に配置している液晶分子の領域は電圧を印加しているにもかかわらず、光透過率が十分上昇しておらず、写真のように暗い影状に見えることが分かる。これは、暗い部分が液晶のダイレクタと偏光板の透過軸とが一致して、配向方向と偏光板の透過軸方向との関係が45°という最適条件を満たしていないためである。

【0036】図6の円偏光板を用いた、本発明の実施例の場合、入射側の円偏光板に使用する直線偏光板は、偏光顕微鏡に備え付けのものを利用し、1/4波長板はニコン製の530nm用を使用し、もう一方の円偏光板用の直線偏光板と1/4波長板とは、サンリツ製円偏光板を用いた。図6の h と i は上側と下側の1/4波長板の遅相軸方向を示す。 x は上側直線偏光板の透過軸方向で、 y は下側直線偏光板の透過軸方向を示す。図6の写真から明らかなように、図5の従来のもので見られた暗い影状の部分は消失し、実効開口率は向上している。

40 【0037】図7に、その他に行ったシュミレーション検討結果をグラフで示す。図7は、本発明の円偏光板を使用する液晶表示装置で、液晶セルの液晶分子のツイスト角の大きさによりどのような影響があるか検討した結

果である。同図で、(a)、(b)、(c)、(d)は、それぞれ、ツイスト角が 0° 、 90° 、 180° 、及び 240° の場合を示し、横軸が印加電圧、縦軸が光透過率を示す。そして、各グラフで実線が従来の直線偏光板使用のもので、点線が本発明の円偏光板使用の場合である。

【0038】図7から明白なように、円偏光板を使用した場合には、ツイスト角が大きくなればなるほど、透過率の低下が大きくなる。従って、ツイスト角は $0^\circ \sim 200^\circ$ 程度の範囲が実用的に望ましく、特に $0^\circ \sim 180^\circ$ の範囲が好ましい。

【0039】次に、図8の(a)の特性グラフは、図1の実施例の液晶層と円偏光板の配置における印加電圧(横軸)に対する光透過率(縦軸)についての検討結果を示したものである。ここで液晶のツイスト角は 0° とした。プレティルト角は 89.9° (垂直配向)である。この場合、液晶層10を光軸を中心として回転させても、特性は図7の(a)と殆ど変わらなかった。すなわち、円偏光板と液晶分子の配向方向の関係は、任意とすることができることが分かった。

* 20 【0042】

基板：TSP-018 電極：面抵抗 $10\Omega/\square$ ：SLIT(スリット)配向用

TSP-019

TSP-014

配向膜成膜：スピナー使用($2000\text{rpm}/60\text{sec}$)配向膜：水平配向用、垂直配向用、光配向用

プリベーク：ホットプレートにて 90°C で2分間

ポストベーク：水平配向用で 240°C 、垂直配向用で

160°C 、光配向用で 200°C

ギャップ制御：顕微鏡1/4視野当り $3.8\mu\text{m}$ 径120個(SHセルのみ)

顕微鏡1/4視野当り $5.0\mu\text{m}$ 径80個(その他のセル)

シール：真空注入パターン(SHセルのみ)、毛細管注入パターン(その他のセル)

プレス：通常条件($1.1\text{kg}/\text{cm}^2$)

実験例(1)一軸a-ECBモードLCD

表示側配向膜：水平配向用

裏側配向膜：水平配向用

セル厚： $5.0\mu\text{m}$

液晶：MLC-2019

d/p ： 0

$\Delta n d$ ： $0.387\mu\text{m}$

$\Delta \epsilon$ ： >0

顕微鏡写真：図9

電気光学特性：図17

実験例(2)a-TNモードLCD

表示側配向膜：水平配向用

裏側配向膜：水平配向用

セル厚： $5.0\mu\text{m}$

液晶：ZLI-3504-100

*【0040】さらに、図8の(b)の特性グラフは、図1の実施例の液晶層と円偏光板の配置における印加電圧(横軸)対透過率(縦軸)の別の検討結果を示したものである。カイラル剤を添加して液晶のツイスト角は 90° とした。プレティルト角は 89.9° (垂直配向)である。この場合、液晶層10は固定し、出射側の円偏光板50を光軸を中心として回転させた。この場合、図3の配置も含まれることになる。このようにして円偏光板50を回転させても、図8の(b)の特性は殆ど変わらなかった。すなわち、前後の円偏光板の配置関係は、任意とすることができることが分かった。

【0041】次に、図4に示す液晶表示装置の実施例に関し、基本的構成は共通で、以下に示すような(1)～(6)の六つの異なる条件の液晶セルを実際に作成して、それらの特性をそれぞれについて測定した実験例の結果を説明する。それら各セルの共通の製造条件は、次の通りである。なお、記号a-はアモルファス、SHはスーパーホメオトロピック、HANはハイブリッドアラインドネマティックを意味する。

- 100 Ω/\square ：SH以外
 d/p ： 0.25
 $\Delta n d$ ： $0.485\mu\text{m}$
 $\Delta \epsilon$ ： >0
 顕微鏡写真：図11
 電気光学特性：図19
 実験例(3)a-HANモードLCD
 表示側配向膜：垂直配向用
 裏側配向膜：水平配向用
 セル厚： $5.0\mu\text{m}$
 液晶：ZLI-5200-000
 d/p ： 0
 $\Delta n d$ ： $0.6\mu\text{m}$
 $\Delta \epsilon$ ： >0
 顕微鏡写真：図10
 電気光学特性：図18
 実験例(4)SLIT配向SHモードLCD
 表示側配向膜：垂直配向用
 裏側配向膜：垂直配向用
 セル厚： $3.8\mu\text{m}$
 液晶：MJ95170+CB-15
 d/p ： $0, 0.25, 0.7$
 $\Delta n d$ ：約 $1.0\mu\text{m}$
 $\Delta \epsilon$ ： <0
 顕微鏡写真：図12(a)、(b)、図14(a)、(b)、図16(a)、(b)
 電気光学特性：図20
 50 実験例(5)a-SHモードLCD

表示側配向膜：垂直配向用

裏側配向膜：垂直配向用

セル厚：3.8 μm

液晶：MJ95170+CB-15

d/p ：0.025、0.7

$\Delta n d$ ：約1.0 μm

$\Delta \epsilon$ ：<0

顕微鏡写真：図12(c)、(d)、図14(c)、(d)、図16(c)、(d)

電気光学特性：図21

実験例(6)一軸SHモードLCD

表示側配向膜：光配向用

裏側配向膜：光配向用

セル厚：3.8 μm

液晶：MJ95170+CB-15

d/p ：0.025、0.7

$\Delta n d$ ：約1.0 μm

$\Delta \epsilon$ ：<0

顕微鏡写真：図13、図15、図16(e)、(f)

電気光学特性：図22

なお、アモルファス配向(a-)のセルについては、比較のために水平配向膜をラビングした(推定プレティルト角1.5°)の通常セルも作成した。光配向セルは254nm波長の偏光光源で基板面に対して45°の斜め方向からの照射条件で得られるプレティルト角を基準に作成した。アモルファスセルの液晶注入は、ホットプレート上で等方相にて行い、注入後に自然冷却した。

【0043】上記の各モードのセルを作成して、表示面のテクスチャー観察を偏光顕微鏡観察システムにて行った。直線偏光板はSQX852-AP-HC、円偏光板は住友化学試作円偏光板CP-B(右回り円偏光板)/CP-B、CP-B/CP-D(左回り円偏光板)を使用した。そして、電気光学特性の測定は、LCD5000AGSにて行った。その際の直線偏光板と円偏光板はテクスチャー観察時のものと同じである。リファレンスはガラス、セルの駆動波形はスタティックで1kHzに固定し、光源はハロゲンランプである。

<テクスチャー観察結果>

(1) 一軸配向セル

図9は、実験例(1)のa-ECBモードの液晶セルにおいて、電圧無印加時のテクスチャー顕微鏡写真であり、同図(a)は、従来の技術のセルの前後に直線偏光板を直交関係で配置した場合で、同図の(b)は、本発明の実施例による円偏光板をCP-B/CP-D配置とした場合で、同図(c)は、本発明の実施例による円偏光板をCP-B/CP-B配置とした場合の顕微鏡写真をそれぞれ示す。

【0044】図10は、実験例(3)のa-HANモードの液晶セルにおいて、電圧無印加時のテクスチャー顕微鏡写真であり、同図(a)は、従来の技術のセルの前

後に直線偏光板を直交関係で配置した場合で、同図の

(b)は、本発明の実施例による円偏光板をCP-B/CP-D配置とした場合で、同図(c)は、本発明の実施例による円偏光板をCP-B/CP-B配置とした場合の顕微鏡写真をそれぞれ示す。なお、図において、矢印Pは偏光子61の透過軸方向を、矢印Aは検光子71の透過軸方向をそれぞれ示す。また、CP-Bは右回りの円偏光となる円偏光板を、CP-Dは左回りの円偏光となる円偏光板の組み合わせを示す。

10 【0045】図9と図10の(a)の直線偏光板の配置の場合には、液晶配向がランダム性のために、暗い領域が多く見られ、実質的な開口率が低いことがわかる。同図(b)の円偏光板をCP-B/CP-D配置(ノーマリブラック表示)の場合は、点欠陥が見られるが、見かけ上かなり均一な配向状態のように観察され、大幅に開口率が向上していることがわかる。同図(c)の円偏光板をCP-B/CP-B配置(ノーマリホワイト表示)とした場合は、写真が暗くてわかりにくい、実際にはかなり均一な表示が得られている。

20 【0046】なお、これらのモードではアモルファス配向のドメインサイズをより小さくしたセルについても確認を行ったが、点欠陥が増える以外は表示の均一性に違いは見られなかった。従って、点欠陥を少なくするためにはドメインサイズを大きくした方が良いと考えられる。

(2) ツイスト配向

図11は、実験例(2)のa-TNモードの液晶セルにおいて、電圧無印加時のテクスチャー顕微鏡写真であり、同図(a)は、従来の技術によるセルの前後に直線偏光板を直交関係で配置した場合で、同図の(b)は、本発明の実施例による円偏光板をCP-B/CP-D配置とした場合で、同図(c)は、本発明の実施例による円偏光板をCP-B/CP-B配置とした場合の顕微鏡写真をそれぞれ示す。

30 【0047】a-TNモードの場合は、配向方向がランダムであるにもかかわらず、表示の均一性は、図10(a)の従来の直線偏光板の組み合わせと、同図(c)の発明の実施例の円偏光板をCP-B/CP-B配置とした場合とで両者ともほぼ同等な均一性を得ている。本来、a-TNの光透過率は、通常のTNの98%程度が得られることが分かっている。なお、このツイスト配向の場合が一軸性配向と異なる点は、CP-B/CP-B配置でノーマリブラック表示で、CP-B/CP-D配置でノーマリホワイト表示となることである。これは、液晶層で光の偏光方向が90°回転しているためと考えられる。

(3) 垂直配向

図12は、実験例(4)のSLIT配向SHモードと、実験例(5)のランダム配向SHモードの液晶セルにおいて、電圧無印加時のテクスチャー顕微鏡写真である。

垂直配向用配向膜を使用し、セルギャップ d とカイラルピッチ p との比 d/p は 0 である。同図 (a) は、従来の技術による SLIT 配向 SH モードセルの前後に直線偏光板を直交関係で配置した場合で、同図の (b) は、SLIT 配向 SH モードセルで本発明の実施例による円偏光板を CP-B/CP-D 配置とした場合で、同図 (c) は、従来の技術によるランダム配向 SH モードの液晶セル前後に直線偏光板を直交関係で配置した場合であり、同図 (d) は、本発明の実施例によるランダム配向 SH モードの液晶セルに円偏光板を CP-B/CP-D 配置とした場合の顕微鏡写真をそれぞれ示す。

【0048】図 13 は、実験例 (6) の光配向一軸 SH モードの液晶セルにおいて、電圧無印加時のテクスチャー顕微鏡写真である。垂直配向用配向膜を使用し、セルギャップ d とカイラルピッチ p との比 d/p は 0 である。同図 (a) は、従来の技術による光配向 SH モードセルの前後に直線偏光板を直交関係で配置しチルト角が 89.9° とした場合で、同図の (b) は、光配向 SH モードセルで本発明の実施例による円偏光板を CP-B/CP-D 配置としチルト角が 89.9° とした場合で、同図 (c) は、従来の技術による光配向 SH モードセルの前後に直線偏光板を直交関係で配置しチルト角が 89.5° とした場合で、同図 (d) は、本発明の実施例による光配向 SH モードセルで本発明の実施例による円偏光板を CP-B/CP-D 配置としチルト角が 89.5° とした場合での顕微鏡写真をそれぞれ示す。

【0049】図 14 は、実験例 (4) の SLIT 配向 SH モードと、実験例 (5) のランダム配向 SH モードの液晶セルにおいて、電圧無印加時のテクスチャー顕微鏡写真である。垂直配向用配向膜を使用し、図 12 と異なる点は、セルギャップ d とカイラルピッチ p との比 d/p は 0.25 としたことである。同図 (a) は、従来の技術による SLIT 配向 SH モードセルの前後に直線偏光板を直交関係で配置した場合で、同図の (b) は、SLIT 配向 SH モードセルで本発明の実施例による円偏光板を CP-B/CP-D 配置とした場合で、同図 (c) は、従来の技術によるランダム配向 SH モードの液晶セル前後に直線偏光板を直交関係で配置した場合であり、同図 (d) は、本発明の実施例によるランダム配向 SH モードの液晶セルに円偏光板を CP-B/CP-D 配置とした場合の顕微鏡写真をそれぞれ示す。

【0050】図 15 は、実験例 (6) の光配向一軸 SH モードの液晶セルにおいて、電圧無印加時のテクスチャー顕微鏡写真である。垂直配向用配向膜を使用し、図 13 と異なる点は、セルギャップ d とカイラルピッチ p との比 d/p は 0.25 としたことである。同図 (a) は、従来の技術による光配向 SH モードセルの前後に直線偏光板を直交関係で配置しチルト角が 89.9° とした場合で、同図の (b) は、光配向 SH モードセルで本発明の実施例による円偏光板を CP-B/CP-D 配置

としチルト角が 89.9° とした場合で、同図 (c) は、従来の技術による光配向 SH モードセルの前後に直線偏光板を直交関係で配置しチルト角が 89.5° とした場合で、同図 (d) は、本発明の実施例による光配向 SH モードセルで本発明の実施例による円偏光板を CP-B/CP-D 配置としチルト角が 89.5° とした場合での顕微鏡写真をそれぞれ示す。

【0051】図 16 は、実験例 (4) の SLIT 配向 SH モードと、実験例 (5) のランダム配向 SH モードと、実験例 (6) の光配向一軸 SH モードの各液晶セルにおいて、電圧無印加時のテクスチャー顕微鏡写真である。垂直配向用配向膜を使用し、図 12~15 と異なる点は、いずれもセルギャップ d とカイラルピッチ p との比 d/p は 0.7 としたことである。同図 (a) は、従来の技術による SLIT 配向 SH モードセルの前後に直線偏光板を直交関係で配置した場合で、同図の (b) は、SLIT 配向 SH モードセルで本発明の実施例による円偏光板を CP-B/CP-D 配置とした場合で、同図 (c) は、従来の技術によるランダム配向 SH モードの液晶セル前後に直線偏光板を直交関係で配置した場合であり、同図 (d) は、本発明の実施例によるランダム配向 SH モードの液晶セルに円偏光板を CP-B/CP-D 配置とした場合で、同図 (e) は、従来の技術による光配向 SH モードセルの前後に直線偏光板を直交関係で配置しチルト角が 89.5° とした場合で、同図 (f) は、本発明の実施例による光配向 SH モードセルで本発明の実施例による円偏光板を CP-B/CP-D 配置としチルト角が 89.5° とした場合の顕微鏡写真をそれぞれ示す。

【0052】図 12~図 16 に示した垂直配向モードのテクスチャー観察においても、従来の直線偏光板の組み合わせに比べて、本発明の円偏光板を使用した場合では、すべての条件においてブラッククロスが消失し、ブラッククロスの交点のみが点欠陥になっていることが分かる。特にランダム配向 SH モードでは著しく特性改善がされることが顕微鏡写真からわかるであろう。

<電気光学特性>

(1) 一軸配向セル

上記した実験例 (1) の a-ECB モードセルと、実験例 (3) の a-HAN モードセルの印加電圧 (横軸) 対光透過率 (縦軸) の電気光学特性のグラフを図 17 と図 18 にそれぞれ示す。いずれの特性図においても、比較のために従来の直線偏光板を組み合わせたセルの特性を付記してある。実線が従来の単結晶的配向セルに直線偏光板を組み合わせた場合で、一点鎖線が a-ECB モードセルで従来の直線偏光板を組み合わせた場合で、破線が本発明の実施例による a-ECB モードセルに円偏光板を CP-B/CP-D 配置で組み合わせた場合の特性である。

【0053】同特性図から、アモルファス配向セルにお

いて、円偏光板を使用したことによって、従来の直線偏光板使用の場合に比較して、最大透過率 T_{max} が向上していることが分かる。しかし、単結晶的配向セルの特性には及ばないことも分かる。これは、円偏光板によって、ドメイン間の配向不連続性が完全には除去しきれないことが影響していると考えられる。

(2) ツイスト配向セル

図 19 に上記した実験例 (2) の a-TN モードセルの印加電圧対光透過率の電気光学特性のグラフを示す。いずれの特性図においても、比較のために従来の直線偏光板を組み合わせたセルの特性を付記してある。実線が従来の単結晶的配向セルに直線偏光板を組み合わせた場合で、一点鎖線が a-TN モードセルで従来の直線偏光板を組み合わせた場合で、荒い破線が本発明の実施例による a-TN モードセルに円偏光板を CP-B/CP-D 配置で組み合わせた場合で、細かい破線が本発明の実施例による a-TN モードセルに円偏光板を CP-B/CP-B 配置で組み合わせた場合の特性である。

【0054】図 19 の特性から、ツイスト配向セルの場合には、円偏光板の組み合わせの特性は、直線偏光板との組み合わせの特性からは大幅に異なることが分かる。従って、ツイスト配向セルにおいての円偏光板の使用は大幅な特性の向上にはつながらないであろう。但し、反射型液晶表示装置に使用した場合には、円偏光の回転が液晶内で 180° あり、特性改善が期待できるであろう。

(3) 垂直配向セル

上記した実験例 (4) の SLIT 配向モードセルと、実験例 (5) のランダム配向 SH モードセルと、実験例

(6) の一軸配向 SH セルの印加電圧対光透過率の電気光学特性のグラフを図 20 と図 21 と図 22 とにそれぞれ示す。

【0055】図 20 の特性図においても、比較のために従来の直線偏光板を組み合わせたセルの特性を付記してある。実線が従来のセル ($d/p=0$) に直線偏光板を組み合わせた場合で、一点鎖線が SLIT 配向セル ($d/p=0$) で円偏光板を組み合わせた場合で、破線①が SLIT 配向セル ($d/p=0.25$) に直線偏光板を組み合わせた場合、破線②が SLIT 配向セル ($d/p=0.25$) に円偏光板を組み合わせた場合、破線③が SLIT 配向セル ($d/p=0.7$) に直線偏光板を組み合わせた場合、破線④が SLIT 配向セル ($d/p=0.7$) に円偏光板を組み合わせた場合の特性である。

【0056】図 21 の特性図は、実線が従来のセル ($d/p=0$) に直線偏光板を組み合わせた場合で、一点鎖線がランダム配向 SH セル ($d/p=0$) で円偏光板を組み合わせた場合で、破線①がランダム配向 SH セル ($d/p=0.25$) に直線偏光板を組み合わせた場合、破線②がランダム配向 SH セル ($d/p=0.25$) に円偏光板を組み合わせた場合、破線③がランダム

配向 SH セル ($d/p=0.7$) に直線偏光板を組み合わせた場合、破線④がランダム配向 SH セル ($d/p=0.7$) に円偏光板を組み合わせた場合の特性である。

【0057】図 22 の特性図は、実線が従来のセル ($d/p=0$) に直線偏光板を組み合わせた場合で、一点鎖線が一軸配向 SH セル ($d/p=0$) で円偏光板を組み合わせた場合で、破線①が一軸配向 SH セル ($d/p=0.25$) に直線偏光板を組み合わせた場合、破線②が一軸配向 SH セル ($d/p=0.25$) に円偏光板を組み合わせた場合の特性である。プレティルト角はいずれも 89.5° である。

【0058】図 20～図 22 の特性において、円偏光板を CP-B/CP-B 配置で組み合わせた $d/p=0$ と、 $d/p=0.25$ の条件において、すべての配向条件で T_{max} が上昇しているのが確認できた。特にランダム配向 SH セルと一軸配向 SH セル (89.5°) では T_{max} の値が高い。このように円偏光板の使用によって、実効開口率は大幅に増加し、シャープネスの向上ももたらしている。しかし、 $d/p=0.7$ の条件では、 T_{max} は直線偏光板の使用の場合よりも低下する。但し、しきい値低下及びシャープネスの向上の効果は得られている。すなわち、すべての配向条件で円偏光板を用いることによりブラッククロスが消去され、実質的開口率が上昇することが分かった。但し、 d/p 値が大きい条件のときには、 T_{max} を低下させてしまう現象があることが分かった。この現象については別のシミュレーション検査によっても同様な結果が得られている。

【0059】以上の結果から、円偏光板を液晶層内でねじれないアモルファス配向 (ASM を含む) やブラッククロスが発生するスリット配向 (斜め電界による配向)、ランダム配向 SH などの液晶セルに適用すると、実質的な開口率が著しく向上し、良好な電気光学特性が得られることがわかった。特に垂直配向モードには有効であり、配向処理なしで高実効開口率が得られることが分かった。但し、垂直配向におけるカイラル剤の添加は必ずしも特性向上にはつながらない。また、 d/p 値は 0.25 以下での使用が望ましい。

【0060】次に、さらに本発明の別の実施例について図 23 を参照して説明する。これまでに説明してきた実施例では、液晶セルの前後に直線偏光板と $1/4$ 波長板とを組み合わせた構成の円偏光板を配置したが、図 23 に示した実施例においては、表示側には前述の実施例と同様な円偏光板 80 を配置し、それと反対側のバックライト光源側に、円偏光板の代わりに円偏光板と同様な作用を持ったコレステリックフィルム 90 を配置した。この実施例でも両側に円偏光板を使用した場合と同様な効果が得られた。

【0061】なお、コレステリックフィルム 90 の作成方法としては、Philips Research L

10

20

30

40

50

aboratoriesのD. J. Broer 著による論文「Molecular Architectures in Thin Films by In-Situ Photopolymerization of Reactive Liquid Crystals」, SID 95 Digest・165に記載された方法を利用して得ることができる。また、コレステリックフィルムをバックライトパネルに形成する方法として、同じく Philips Research LaboratoriesのD. J. Broer 他著による論文「Reflective Cholesteric Polariser Improving the Light Yield of Back-and Side-Lighted Flat Liquid Crystal Displays」, ASIA Display '95に開示されているものを利用することができる。

【0062】本発明が適用可能な、液晶表示装置の形式としては、液晶の方位角方向がランダムあるいは連続的な変化をするマルチドメイン構造のもの、透過型、反射型、水平あるいは垂直配向 ECB 型、アモルファス TN 型、軸対称配向 LCD、ASM-LCD、スリットを設けた電極による不均一電界で駆動される LCD、TFT-LCD 等ほとんどすべての形式の液晶表示装置がその対象となる。たとえば、a-ECB モード、a-TN モード、a-HAN モード、スリット配向 SH モード、a-SH モード及び一軸 SH モードの液晶セルが適用される。

【0063】次に、以上説明した本発明の実施例において使用される円偏光板として、直線偏光板と 1/4 波長板との組み合わせを用いる場合に、1/4 波長板に PC (ポリカーボネート) や PES (ポリエーテルサルファイド) 等を延伸して作成したフィルムを積層したものを使用する実施例について、以下に説明する。

【0064】フィルムを 2 枚貼り合わせたものは、「2 枚貼り」タイプの円偏光板であり、その円偏光板の構成としては、直線偏光フィルムに上記材料の 1/2 波長フィルムと 1/4 波長フィルムとを重ねてラミネートしたものがある。この場合、1/2 波長フィルムと 1/4 波長フィルムの組み合わせは、理想的な 1/4 波長板特性に近似した波長分散性を示すように構成される。なお、直線偏光フィルムに 1/4 波長フィルム 1 枚を直線偏光フィルムの透過軸方向と 1/4 波長フィルムの遅相軸方向とが 45° となるように配置して貼り合わせた「1 枚貼り」タイプの円偏光板もある。これは通常は反射防止の目的で使用するが、タッチスイッチ等で使用される。

【0065】「2 枚貼り」タイプの円偏光板用の 1/4 波長フィルムと、「一枚貼り」タイプのフィルムとを実際に用意して 1/4 波長板としての性能評価実験を行った結果を図 24 に示す。図 24 のグラフは横軸が波長で

縦軸がリタデーション値を示す。実験サンプルとしては PC 製 2 枚貼りフィルムと、PC 製 1 枚貼りフィルムと、PES 製 1 枚貼り 2 種類 (1/4 波長が CX-137.5nm と CX-150nm と異なる) とを用意し、光弾性変調素子を用いた測定システムで、波長 632.8nm と 543.5nm とで測定した。そして測定値をコーシーの波長分散式に従ったモデル式を用いて実測プロット点上にカーブフィッティングした結果が図 24 のグラフである。

【0066】図 24 において、太い実線の直線が理想的な 1/4 波長板の特性である。これに対して細かい点線の黒い四角をプロットしたカーブが PC 2 枚貼りタイプの 1/4 波長フィルムの特性で、その他の 1 枚貼りタイプの特性に比較して最も理想特性に近いことが判る。この実験結果から、理想的な 1/4 波長板を得るためには、波長分散性の小さい PES フィルムでも 2 枚貼り構成にすることが必要と判る。

【0067】さらに、別の実験において、ノーマリブラック表示型として、1/4 波長フィルムを作成して分光スペクトル特性を測定した。この実験では、右回り円偏光板となるように直線偏光板と PC 1 枚貼りタイプの 1/4 波長フィルムを組み合わせたと、左回り円偏光板となるように直線偏光板と PC 1 枚貼りタイプの 1/4 波長フィルムを組み合わせたとを互いに遅相軸方向が平行するような配置で、0.3mm 厚のガラス基板に平行に貼り合わせたサンプル (パラレル配置サンプル) と、右回り円偏光板となるように直線偏光板と PC 1 枚貼りタイプの 1/4 波長フィルムを組み合わせたと、左回り円偏光板となるように直線偏光板と PC 1 枚貼りタイプの 1/4 波長フィルムを組み合わせたとを互いに遅相軸方向が直交するような配置で、0.3mm 厚のガラス基板に平行に貼り合わせたサンプル (クロス配置サンプル) とを用意し、各サンプルの分光スペクトルを島津製作所製 UV-3100 分光器を使用して測定した。測定波長は可視領域 (380~780nm) である。図 25 は、その実験結果のグラフを示す。

【0068】図 25 の測定結果から、実線のカーブ上にプロットされるパラレル配置の円偏光板では、図 24 のリタデーション特性からも予想されるように、特定の狭い波長領域でのみ黒レベルが良好となっている。その波長領域以外では 1/4 波長からずれているために、大きく光漏れが生じる。これに対して、点線のクロス配置の円偏光板では、広範囲の波長領域において良好な黒レベルが得られることが判る。

【0069】さらに別の実験において、上記クロス配置の円偏光板として、直線偏光板に組み合わせるフィルムを PC 1 枚貼りと、PC 2 枚貼りと、PES 1 枚貼り 2 種類 (1/4 波長が異なる) の各タイプと、比較のための 2 枚の直線偏光板を偏光軸がクロス配置としたものとを用意して分光スペクトル特性を測定し、その結果を図

26に示す。そしてそれらサンプルの透過光の輝度値(Y%)を表1に示す。

【0070】

【表1】

クロス配置時輝度Y

1/4波長フィルム	輝度 Y%
CX-137.5nm	0.03
CX-150nm	0.03
PC1枚	0.06
PC2枚貼り合わせ	0.12
直線偏光板 クロス	0.01

【0071】図26の実験結果から、リタデーション特性では最も理想的1/4波長板に近かったPC2枚貼りタイプの円偏光板の特性(白い四角)が最も透過率と輝度値が高い。それに対して、PC1枚貼りタイプとPES1枚貼りタイプのものは、直線偏光板のクロス配置のものには及ばないものの、相当に良好な黒レベルが得られている。但し、PES1枚貼りタイプのものは若干黒レベル輝度が低い。

【0072】以上の測定結果から、リタデーション測定においてはPC2枚貼りタイプのものが有効と予想されたが、総合的な評価結果では、1枚貼りタイプでも十分な黒レベルが得られる結果となった。この理由は、左回りと右回りの円偏光板のフィルムの遅相軸がクロス配置であり、リタデーションがキャンセルされるためであると考えられる。

【0073】さらに、上記の実験から有効と考えられた、1枚貼りタイプの1/4波長板を使用した左回りと右回りの円偏光板のクロス配置(遅相軸直交)のものを実際の液晶セルに配置した場合どのような効果が得られるかを実験した。比較のために従来の液晶セルに直線偏光板だけの配置のLCDと、左回りと右回りの円偏光板のパラレル配置(遅相軸平行)のLCDも用意して評価実験を行った。液晶セルは4分割垂直配向ドットマトリックスとした。その結果の顕微鏡写真を図27に示す。

【0074】図27の(a)は、直線偏光板だけの配置のLCDの場合で、偏光板透過軸方向に対して暗くなる領域が発生する良好なマルチドメイン配向が得られている。しかし、各ドメイン間が黒く観察され、実効開口率が低いことが判る。同図(b)は、左回りと右回りの円偏光板のパラレル配置のLCDであり、(a)の場合のようなドメイン間の黒化は目立たなくなっているが、各ドット間である線間の個所も浮いて見え、コントラストも良くない。また、表示が色付く現象が見られた。同図

(c)は、左回りと右回りの円偏光板のクロス配置の場合であり、(a)で見られた暗い領域がほぼ完全に除去され、実効的な開口率が大幅に向上した。本実験のサンプルでは、最大透過率が(c)の場合(a)に比べて約40%向上した。なお、両者ともコントラストは500

以上であった。

【0075】以上の結果から、右回りと左回りの1枚貼りタイプ1/4板を用いた円偏光板をセルの両側に配置したノーマリブラック透過型では、円偏光板の1/4波長板の遅相軸の配置は直交すなわちクロス配置の場合が優れていることがわかった。

【0076】なお、実験では、ECBモードの単純マトリックス構造のセルを用いたが、ECBモードであれば、単純マトリックスのみならず、アクティブマトリックス型の液晶セルにも本発明は適用でき同様な効果が得られる。もちろん、ECB以外のモードにも適用できる。また、1/4波長フィルムは、クロス配置の場合でも、2枚貼りタイプよりも1枚貼りタイプの方が優れていることが判った。

【0077】次に、表示装置として重要な要件である視角特性を改善した本発明の実施例について説明する。垂直配向セルにおける視角補償は、一般的には負の一軸性位相差板であるNOCフィルムを液晶相と偏光板との間に挿入することで行われていた。しかし、本発明のように円偏光板を使用する場合であると、円偏光板の1/4波長フィルムが正の一軸フィルムであるために、NOCフィルムと組み合わせて使用すると、両者の特性が相殺されて、視角特性が改善できないという問題、例えば、直線偏光板とNOCフィルムとの組み合わせに比べて視角によって表示反転しない領域が狭くなるという問題がある。

【0078】垂直配向セルと円偏光板にNOCフィルムを組み合わせた透過型の液晶表示装置の模式図を図28に示す。110は、液晶層であり、図示しない一対の透明基板で液晶111を含む液晶層110が挟持されている。液晶層110の両外側には、直線偏光板121と1/4波長板122とで構成される円偏光板120と、直線偏光板131と1/4波長板132とで構成されているもう一方の円偏光板130とが配置されている。直線偏光板121の透過軸の方向(矢印)と1/4波長板122の遅相軸の方向(矢印)とが45°になるように配置されている。さらに、直線偏光板121と1/4波長板122との間にNOCフィルム123が、直線偏光板131と1/4波長板132との間にNOCフィルム133がそれぞれ配置されている。

【0079】従来の円偏光板を使用しない直線偏光板と垂直配向セルとにNOCフィルムを組み合わせた場合は、図28の構成から1/4波長板122と、1/4波長板132と、NOCフィルム133とを取り去った構成となる。

【0080】図28の円偏光板とNOCフィルムとの組み合わせのLCDと、従来の直線偏光板とNOCフィルムとの組み合わせのLCDを作成し、それぞれでデューティ駆動とスタティック駆動を行って視角特性の測定を行った結果を図29と図30に示す。図29は、16.

49 biasで1/240デューティ駆動条件で、
 (a) が従来の直線偏光板+NOCフィルムのLCD、
 (b) が円偏光板+NOCフィルムのLCDの視角特性である。図30は、 T_{max} をON電圧とし、0VをOFF電圧としたスタティック駆動で、(a) が従来の直線偏光板+NOCフィルムのLCD、(b) が円偏光板+NOCフィルムのLCDの視角特性である。この測定実験で使用した直線偏光板(円偏光板として使用するものも含め)は、日東電工製G1220DUNで、NOCフィルムは、従来の直線偏光板に組みあわせるものが住友化学製のVAC-C430で、円偏光板に組みあわせるものと同じくVAC-C160であり、円偏光板に使用する1/4波長板は積水化学製のCX-137.6nmを使用した。

【0081】図29のデューティ駆動においては、

(a) の直線偏光板のものは、NOCフィルムによる視角補償が効果を奏し、視角特性が等方的かつ均一である。しかし、(b) の円偏光板のものは直線偏光板の透過軸方向である45°と135°方向にハッチングで示した表示反転領域が現れている。

【0082】また、図30のスタティック駆動においては、(a) の直線偏光板のものは、直線偏光板の透過軸方向が特に良好な視角特性を示す等方かつ均一な特性であるのに対し、(b) の円偏光板のものは、デューティ駆動と同様な反転領域が現れた。

【0083】この円偏光板と視角補償用のNOCフィルムとの組み合わせで、上記のような問題のないLCDを得るために、LCD MASTERシミュレータによるシミュレーションを行って液晶セルに貼り合わせるフィルムの最適化条件の検討を行った。シミュレーションのLCDの構成は図28で示したもので、液晶セルは4分割配向で、1/4波長板は理想的波長分散特性を有するものとし、NOCフィルムはVACフィルムのような遅相軸のない理想的な場合を想定した。比較のために、従来の直線偏光板によるLCDとNOCフィルムとの組み合わせの場合についてもシミュレーションを行った。

【0084】図31は従来の直線偏光板の場合で、

(a) は、そのシミュレーションの等コントラスト特性で、同図(b) は黒レベル等ルミナンス(輝度)特性である。図32は、円偏光板とNOCフィルムとの組み合わせで、(a) は、そのシミュレーションの等コントラスト特性で、同図(b) は黒レベル等ルミナンス特性である。

【0085】図31と図32で、等コントラスト特性のグラフでは、暗く描いた領域ほどコントラストが低く明るいところはコントラストが高い領域であることを表示している。また、黒レベル等ルミナンス特性のグラフは暗く描いた領域ほど輝度が低く明るいところほど輝度が高い領域であることを表示している。

【0086】コントラストと輝度の両特性ともに、NO

Cフィルムリタデーションを最適化し、直線偏光板のLCDはVAC-C430と同等なフィルムの場合が最適であった。一方、円偏光板LCDにおいては、セルの両面にVAC-C430を貼り合わせることで、反転領域(黒の領域)が一番外側にシフトした。この原因は、等ルミナンス特性を見れば判るように、視角を振った場合にほぼ全方位において、光抜けが激しいことが考えられる。これは正の一軸フィルムである1/4波長板と負の一軸フィルムであるNOCフィルムが組み合わせると互いの特性をキャンセルするような効果があるためと考えられる。すなわち、1/4波長板の厚さ方向のリタデーションがNOCフィルムの視角補償能力を劣化させる働きをしていると考えられる。

【0087】そこで、1/4波長板自体にNOCフィルムの作用を付加する「2軸フィルム」、すなわち、フィルム内の屈折率の大小関係が $N_x > N_y > N_z$ (但し、 N_x は図31の90°—270°方向、 N_y は同図180°—0°方向、 N_z は紙面に垂直な方向の屈折率を示す。)になるようなものであれば、改善ができるのではないかと考察した。

【0088】図33にシミュレーションにより最適化した2軸フィルムを1/4波長板として用いた場合の視角特性を示す。同図で(a) は、そのシミュレーションの等コントラスト特性で、同図(b) は黒レベル等ルミナンス特性である。図28の1/4波長板122をx方向(遅相軸方向)に延伸し、1/4波長板132をy方向(遅相軸方向)に延伸したものである。 $N_x > N_y > N_z$ の例としては、 $N_x = 1.5017$ 、 $N_y = 1.50105$ 、 $N_z = 1.49782$ (フィルム厚み=211.6μm)の2軸フィルムである。

【0089】図33の(a)の等コントラスト特性からみて、表示反転領域を完全に除去することができた。特に、1/4波長板の遅相軸方向に対して視角が広い。これは丁度図29、30の表示反転領域を無くした状態に相当する。この改善理由は、同図(b)の黒レベル等ルミナンス特性を見ればわかるように、特に1/4波長板の遅相軸方向の光抜けが抑制されたためと考えられる。しかし、直線偏光板のLCDの場合のような偏光板透過軸に対する視角の改善は見られないために、セルサイズがある程度大きい場合には、感覚的には視角が狭いように感じられるかもしれない。

【0090】そこで、直線偏光板の透過軸方向に対しても視角が広くなような条件をシミュレーションで検討してみた。その結果、VACフィルム2枚貼り条件で図34に示したような特性が得られた。同図で(a) は、そのシミュレーションの等コントラスト特性で、同図(b) は黒レベル等ルミナンス特性である。この特性では、1/4波長板の遅相軸方向では表示反転が現れるが、黒レベルの光抜け状態は、図32の単なる一軸フィルムの場合よりもむしろ良好である。

【0091】さらに、シミュレーションにより、直線偏光板透過軸方向に良好な視角が得られる条件を検索し、表示反転が無い条件を探したが、黒レベルの光抜け抑制を重視すると図34のシミュレーションでの条件が最適であった。

【0092】以上、実施例に沿って本発明を説明したが、本発明はこれらに制限されるものではない。例えば、種々の変更、改良、組み合わせが可能なのは当業者に自明であろう。

【0093】

【発明の効果】以上説明したように、液晶分子が、基板に平行な方位角方向で、ランダムな方向に配列するか、または基板に平行な面内で連続的に変化している液晶配列状態を持つ液晶表示装置において、円偏光板を偏光子及び検光子として使用することによって、液晶分子が一樣方向配向の単結晶的配列の液晶表示装置と同様な実効開口率を有し、視角依存性を低下し、しかも表示品質を高めることができる。

【0094】電界が画素内で不均一な液晶セルに適用すれば、その場合でも液晶分子の方位角方向異常配向状態を不可視化して、かつその領域を有効画素化して実効的な開口率を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施例による透過型液晶表示装置の液晶層と円偏光板の配置関係を示した模式図である。

【図2】 本発明の他の実施例による反射型液晶表示装置の液晶層と円偏光板の配置関係を示した模式図である。

【図3】 本発明の別の実施例による反射型液晶表示装置の液晶層と円偏光板の配置関係を示した模式図である。

【図4】 本発明のさらに別の実施例による透過型液晶表示装置の液晶層と円偏光板の別の配置関係を示した模式図である。

【図5】 従来の直線偏光板を使用したスリット電極を有する液晶セルの顕微鏡写真である。

【図6】 本発明の円偏光板を使用したスリット電極を有する液晶セルの顕微鏡写真である。

【図7】 本発明の実施例による液晶セルのツイスト角の違いによる光透過率特性の変化をシミュレーション検討した結果を示すグラフである。

【図8】 本発明の実施例による液晶セルの光透過率特性の変化をシミュレーション検討した結果を示すグラフである。

【図9】 a-ECBモード液晶セルの顕微鏡写真である。

【図10】 a-HANモード液晶セルの顕微鏡写真である。

【図11】 a-TNモード液晶セルの顕微鏡写真である。

【図12】 スリット配向SHモード液晶セルとランダム配向SHモード液晶セルの顕微鏡写真である。

【図13】 SHモード液晶セルの顕微鏡写真である。

【図14】 スリット配向SHモード液晶セルとランダム配向SHモード液晶セルの顕微鏡写真である。

【図15】 SHモード液晶セルの顕微鏡写真である。

【図16】 スリット配向SHモード液晶セルとランダム配向SHモード液晶セルとSHモード液晶セルの顕微鏡写真である。

10 【図17】 一軸ECBモード液晶セルの電圧対光透過率特性を示すグラフである。

【図18】 一軸HANモード液晶セルの電圧対光透過率特性を示すグラフである。

【図19】 a-TNモード液晶セルの電圧対光透過率特性を示すグラフである。

【図20】 スリット配向SHモード液晶セルの電圧対光透過率特性を示すグラフである。

【図21】 ランダム配向SHモード液晶セルの電圧対光透過率特性を示すグラフである。

20 【図22】 垂直配向SHモード液晶セルの電圧対光透過率特性を示すグラフである。

【図23】 本発明による透過型液晶表示装置のさらに別の実施例の構成を示した模式図である。

【図24】 円偏光板用の1/4波長フィルムとして「2枚貼り」タイプのものと、「一枚貼り」タイプのものの性能評価実験結果のグラフである。

【図25】 円偏光板の1/4波長板のパラレル配置のものとクロス配置のものの特性比較グラフである。

30 【図26】 円偏光板の1/4波長板のクロス配置のものと1枚貼りと2枚貼りタイプの特性比較グラフである。

【図27】 従来の液晶セルに直線偏光板だけの配置と、パラレル配置の円偏光板と、クロス配置円偏光板とのそれぞれの配置のLCDの評価実験結果である。

【図28】 垂直配向セルと円偏光板にNOCフィルムを組み合わせた透過型の液晶表示装置の一例の模式図である。

【図29】 従来の直線偏光板とNOCフィルムとの組み合わせのLCDと、円偏光板とNOCフィルムとの組み合わせのLCDとでデューティ駆動を行って視角特性の測定した結果である。

【図30】 従来の直線偏光板とNOCフィルムとの組み合わせのLCDと、円偏光板とNOCフィルムとの組み合わせのLCDとでスタティック駆動を行って視角特性の測定をした結果である。

【図31】 従来の直線偏光板によるLCDとNOCフィルムとの組み合わせの場合のシミュレーショングラフである。

50 【図32】 円偏光板によるLCDとNOCフィルムとの組み合わせの場合のシミュレーショングラフである。

【図33】 シミュレーションにより最適化した2軸フィルムを1/4波長板として用いた場合の視角特性である。

【図34】 2軸フィルム2枚貼り条件でシミュレーションした視角特性である。

【図35】 従来の直線偏光板を用いた透過型液晶表示装置遅の液晶層と偏光板の配置関係を示した模式図である。

【符号の説明】

10、110 液晶層

11、111 液晶分子

20、30、50、60、70、80、120、130

円偏光板

21、31、51、61、71、81、121、131

直線偏光板

22、32、52、62、72、82、122、132

1/4波長板

40 反射板

60 電極

61 スリット

90 コレステリックフィルム

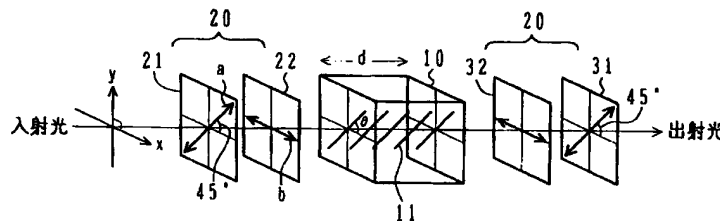
10 100 コモン電極

101 スリット開口部

123、133 NOCフィルム

【図1】

本発明の実施例



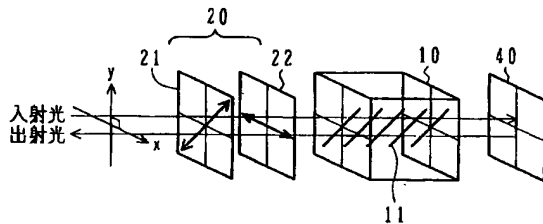
【図3】

$$I = E_{out} E_{out}^* = \sin^2 \delta \quad \dots (3)$$

【図6】

$$I_{out} = \frac{1}{2} I_{in} \sin^2 \left(\frac{\delta}{2} \right) \quad \dots (6)$$

【図2】



【図4】

$$E_{out} = \begin{bmatrix} E_{xout} \\ E_{yout} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & i \\ i & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e^{i\delta} \cos^2 \theta + \sin^2 \theta \\ \sin \theta \cos \theta (e^{i\delta} - 1) \end{bmatrix}$$

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & i \\ i & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_{xin} \\ E_{yin} \end{bmatrix}$$

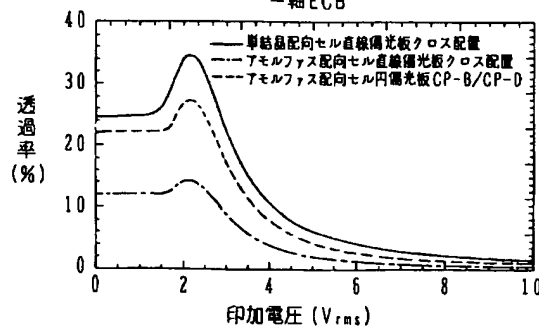
$$E_{out} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ i E_{xin} (e^{i\delta} + 1) \end{bmatrix}$$

【図5】

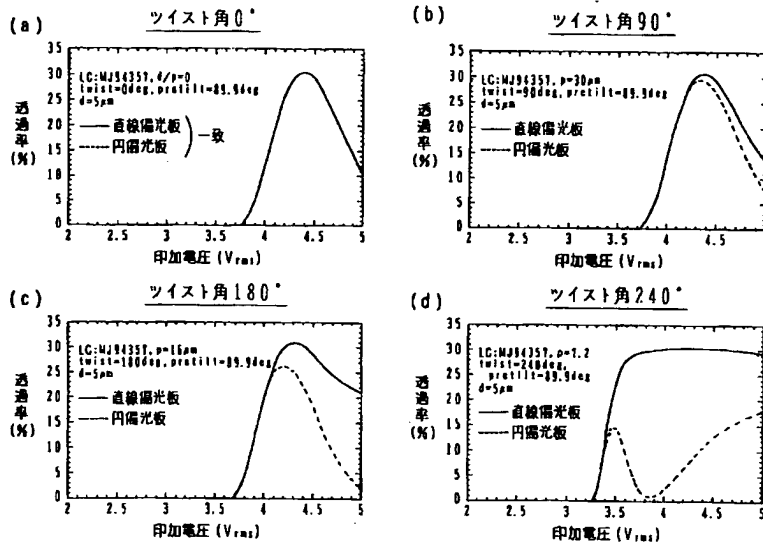
$$I_{out} = \frac{1}{2} I_{in} \cos^2 \left(\frac{\delta}{2} \right) \quad \dots (5)$$

【図17】

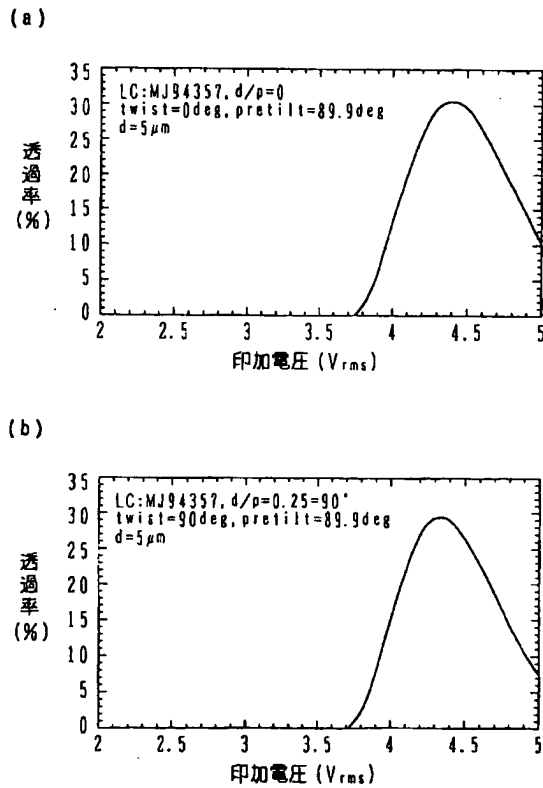
実験例(1)
一軸ECB



【図7】

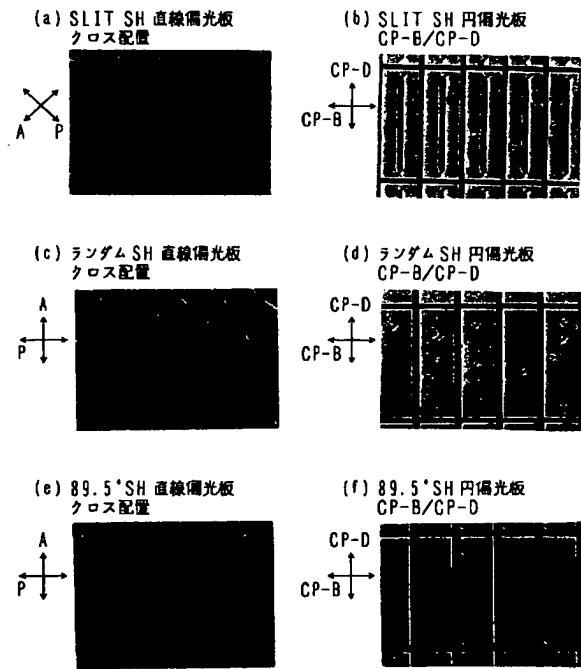


【図8】



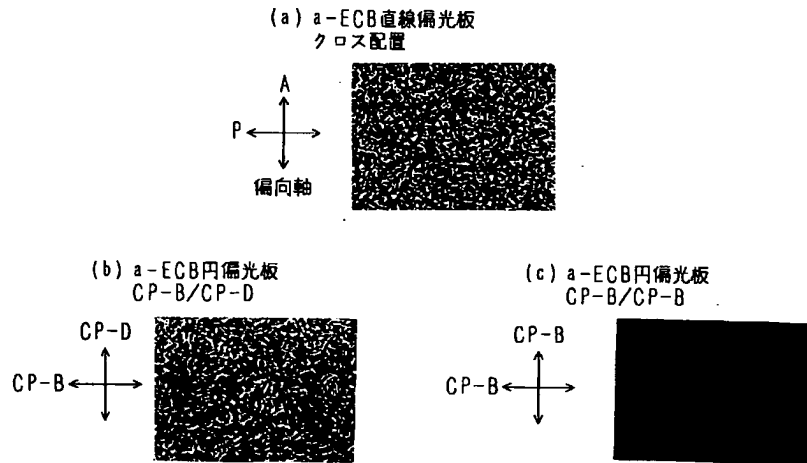
【図16】

実験例(4)、(5)、(6)



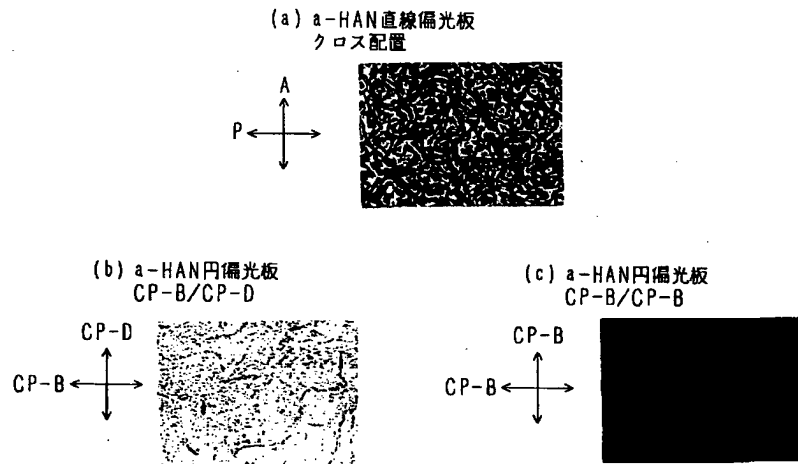
【図 9】

実験例 (1)

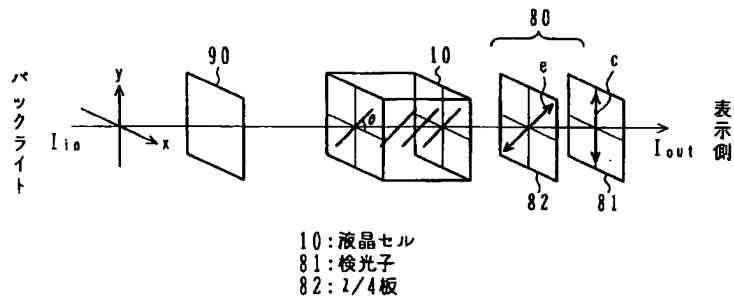


【図 10】

実験例 (3)



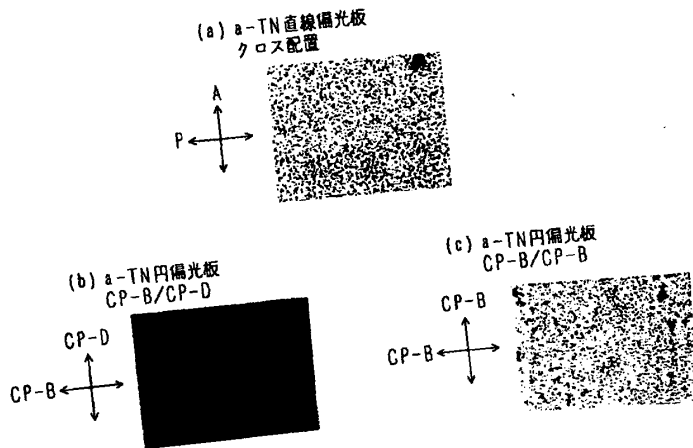
【図 23】



(17)

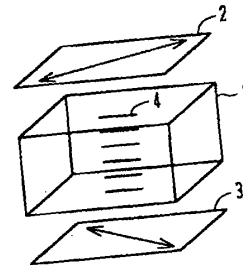
【図 11】

実験例 (2)



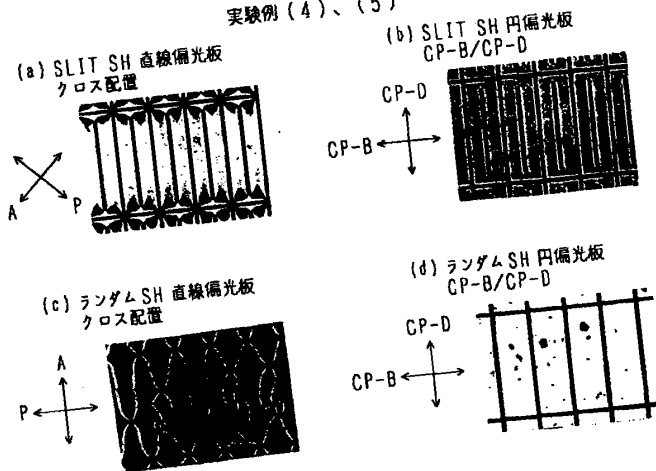
【図 35】

従来の技術

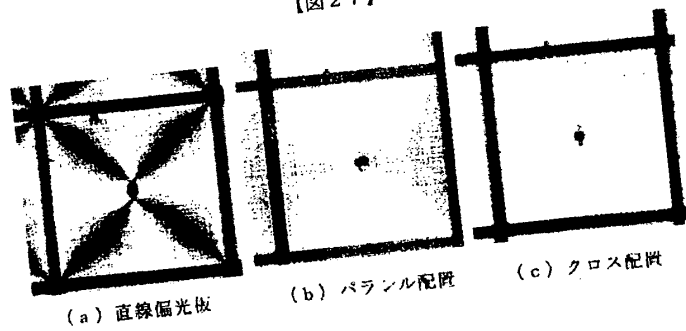


【図 12】

実験例 (4)、(5)

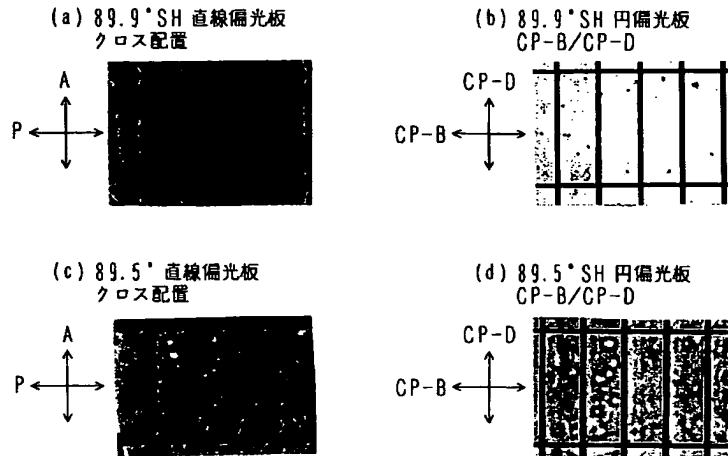


【図 27】



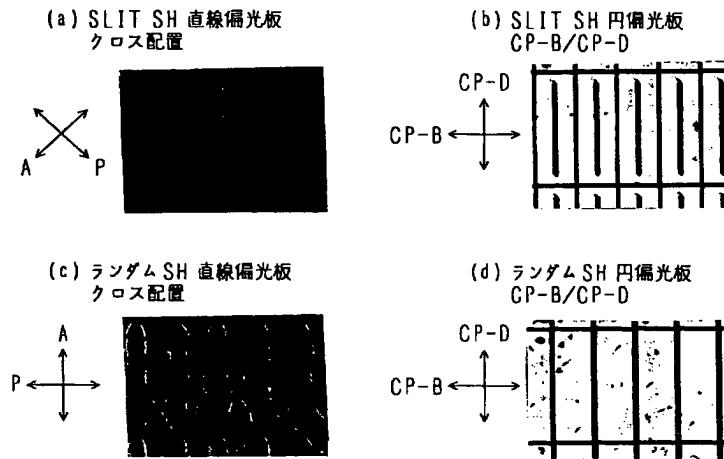
【図13】

実験例(6)

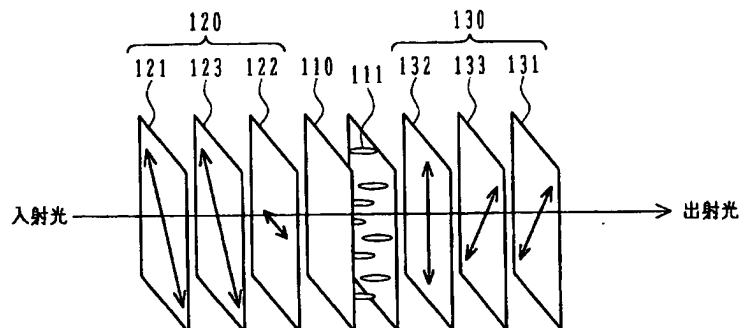


【図14】

実験例(4)、(5)

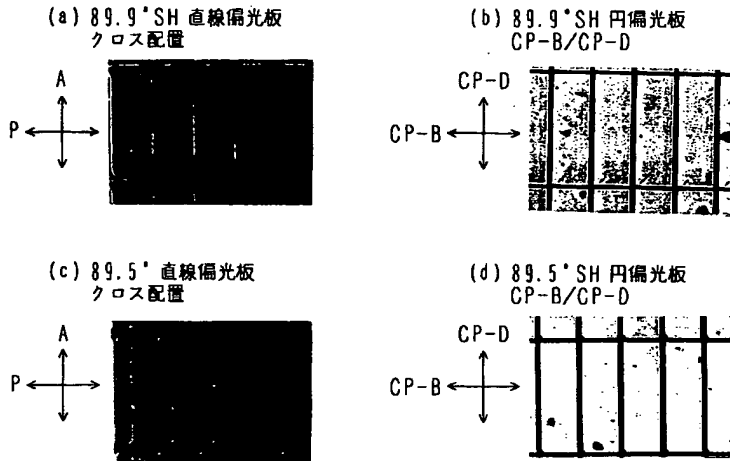


【図28】



【図 15】

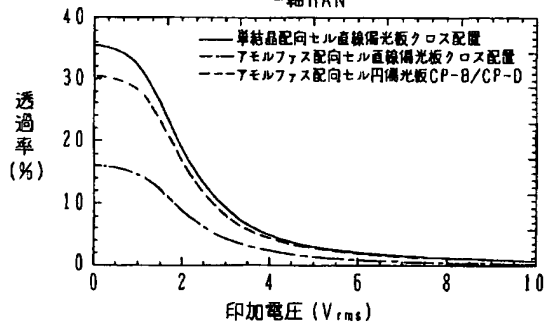
実験例 (6)



【図 18】

実験例 (3)

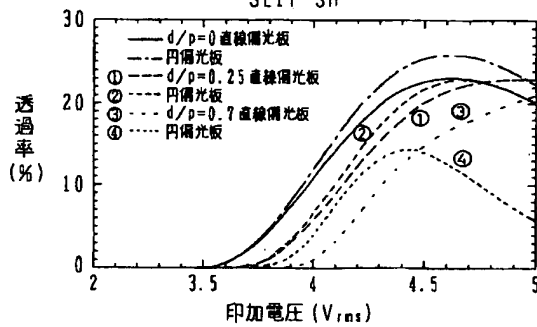
一軸HAN



【図 20】

実験例 (4)

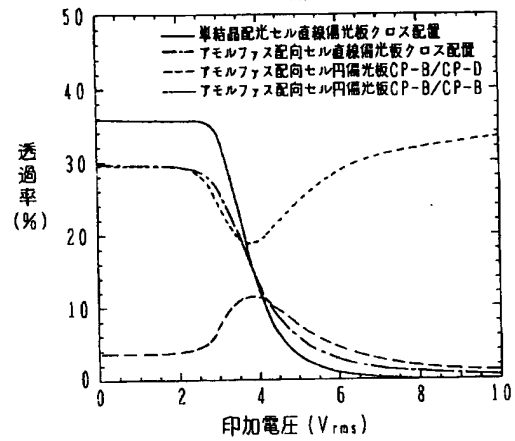
SLIT SH



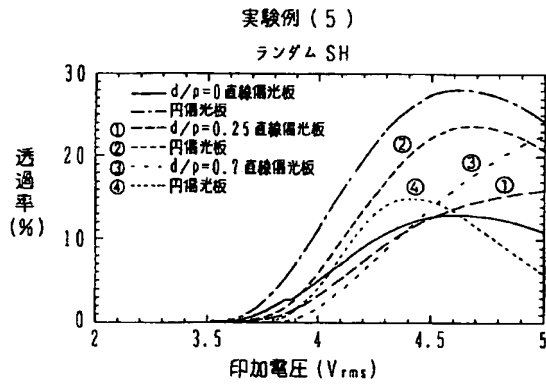
【図 19】

実験例 (2)

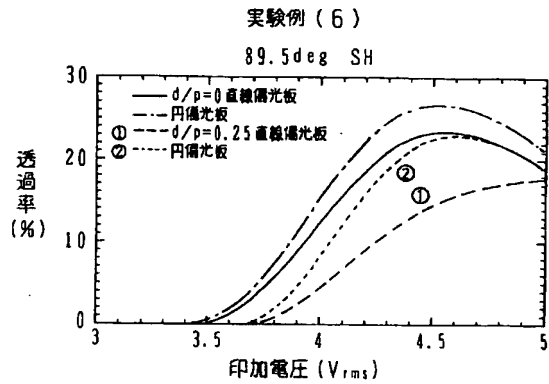
a-TN



【図21】

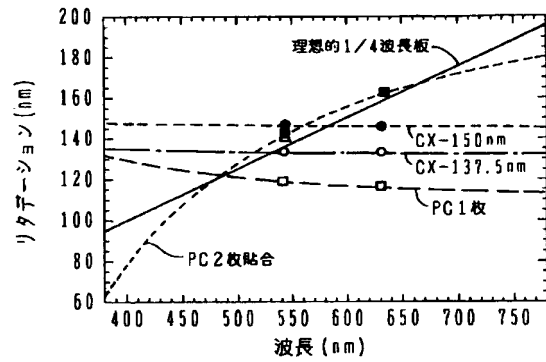


【図22】



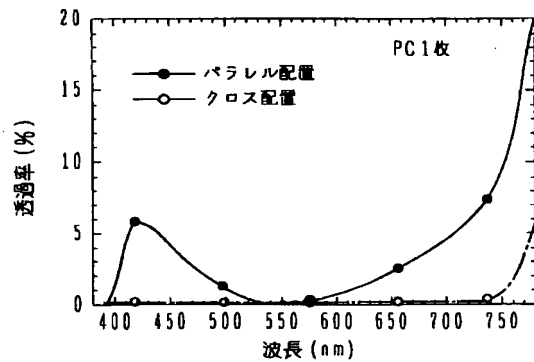
【図24】

波長分散カーブフィッティング結果



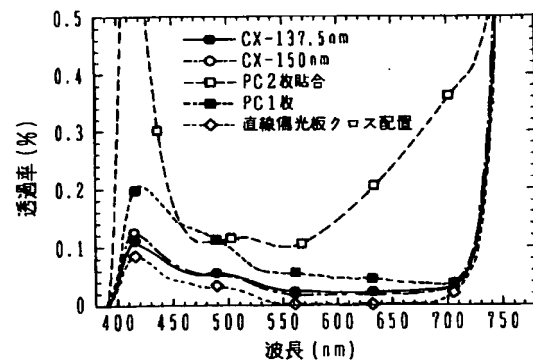
【図25】

左右円偏光板配置依存



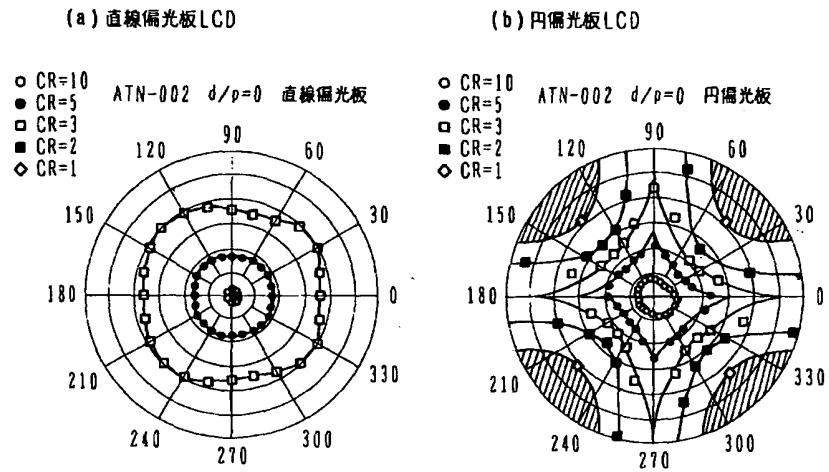
【図26】

左右円偏光板クロス配置時フィルム依存



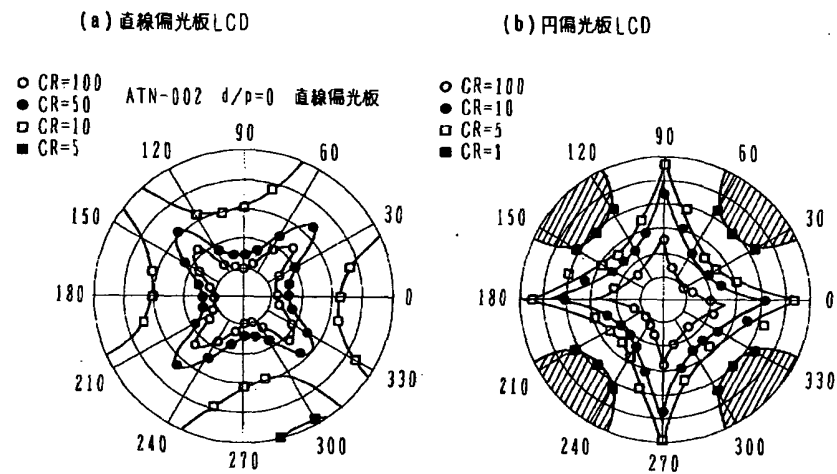
【図29】

デューティ駆動時視角特性



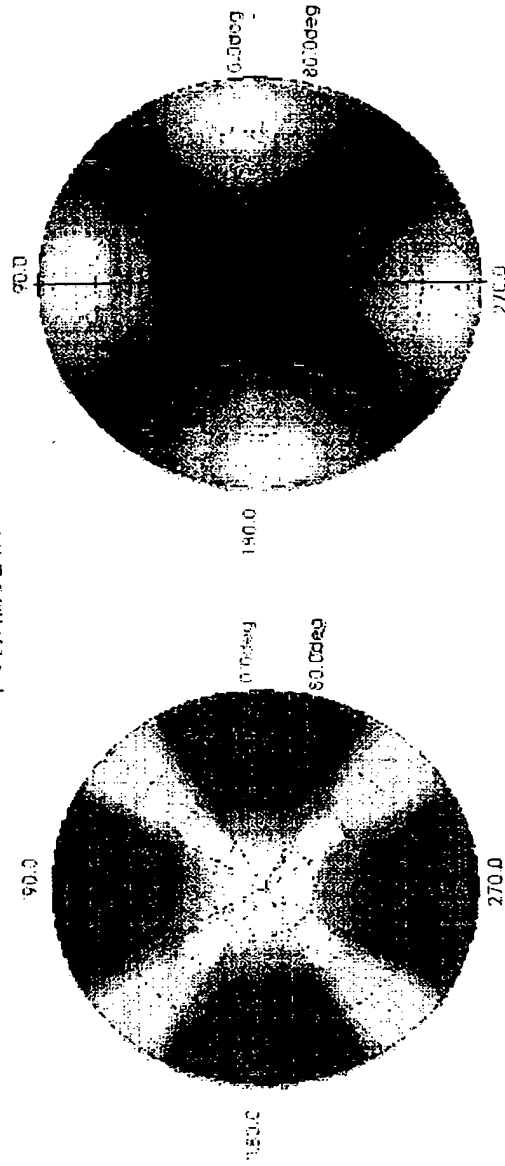
【図30】

スタティック駆動時視角特性



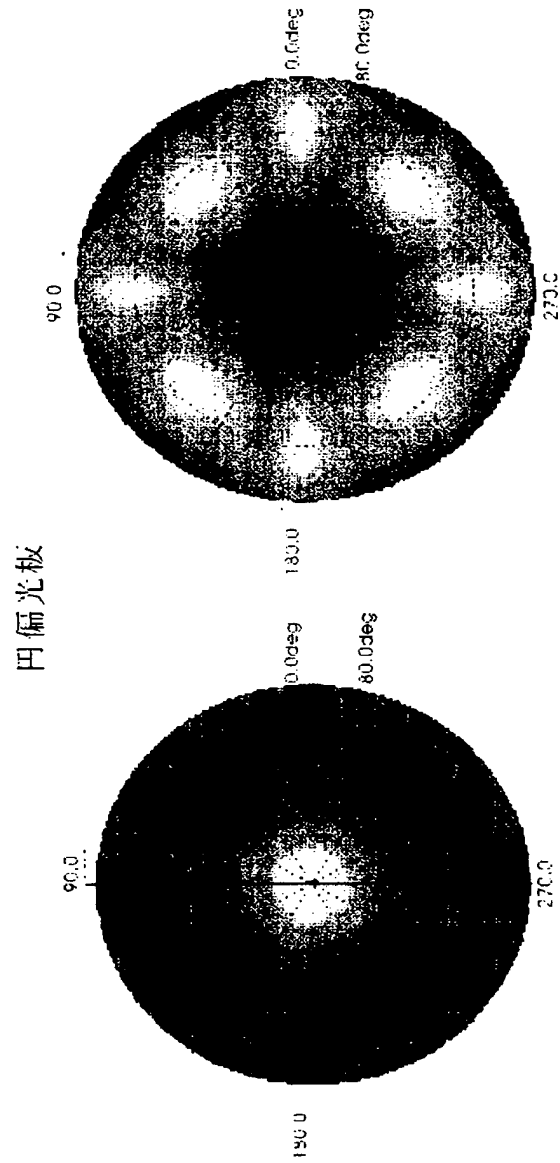
【図31】

直線偏光板



(a) 等コントラスト (b) 等レベル等ルミナンス

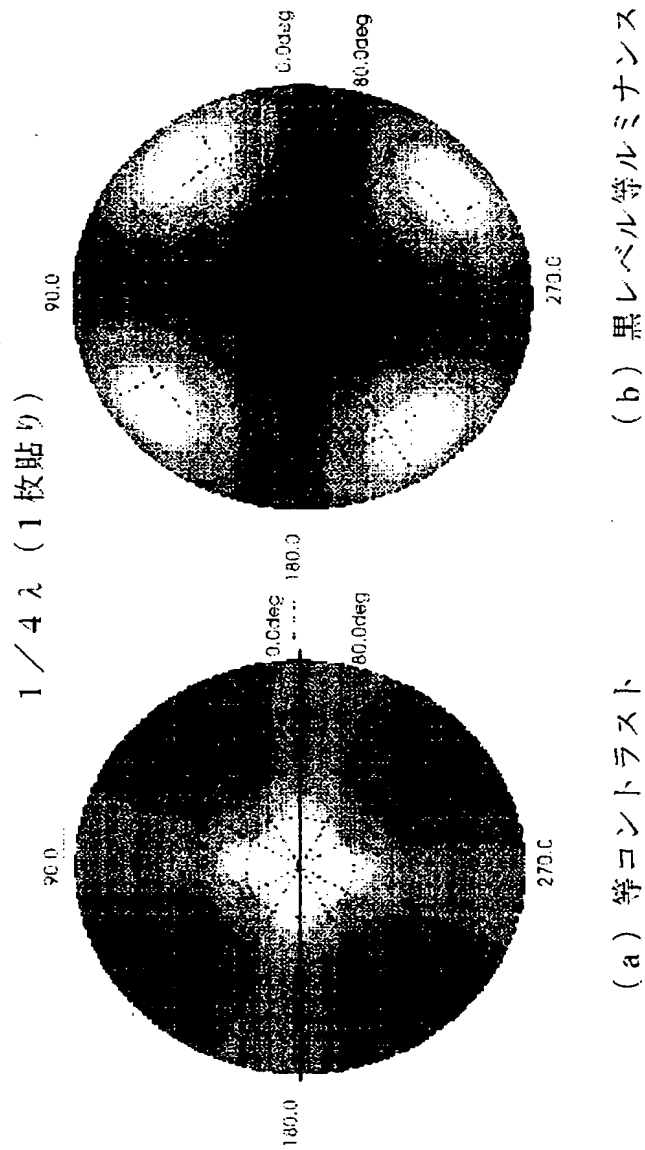
【図32】



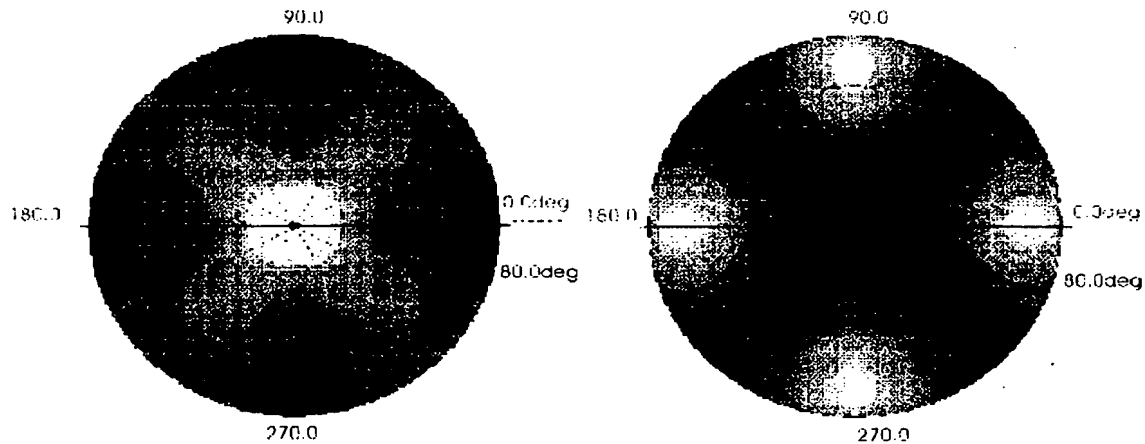
(b) 黒レベル等ルミナンス

(a) 等コントラスト

【図33】



【図 34】

$$\lambda/8 + \lambda/8 \quad (2 \text{ 枚貼り})$$


(a) 等コントラスト

(b) 黒レベル等ルミナンス

 フロントページの続き

(72)発明者 飯村 靖文
 神奈川県横浜市青葉区荏田西 1-3-1
 スタンレー電気株式会社技術研究所内

Fターム(参考) 2H088 EA02 HA16 HA17 HA18 HA21
 JA05 JA09 JA12 KA07 KA11
 KA17 KA18 LA01 LA04 LA09
 MA06 MA07
 2H091 FA08X FA08Z FA11X FA11Z
 FA14Y FC07 FD08 FD09
 FD10 GA06 HA07 HA09 KA02
 KA03 LA16 LA19

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 6 部門第 2 区分

【発行日】平成 14 年 4 月 26 日 (2002. 4. 26)

【公開番号】特開 2002-40428 (P2002-40428A)

【公開日】平成 14 年 2 月 6 日 (2002. 2. 6)

【年通号数】公開特許公報 14-405

【出願番号】特願 2000-273321 (P2000-273321)

【国際特許分類第 7 版】

G02F 1/13363

1/1335 510

1/139

【F I】

G02F 1/13363

1/1335 510

1/137 505

【手続補正書】

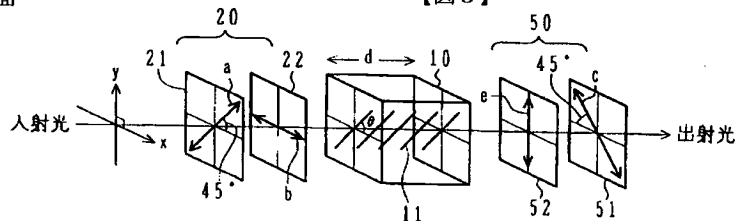
【提出日】平成 14 年 1 月 15 日 (2002. 1. 15)

【補正対象項目名】図 3

【補正方法】変更

【補正内容】

【図 3】



【手続補正 2】

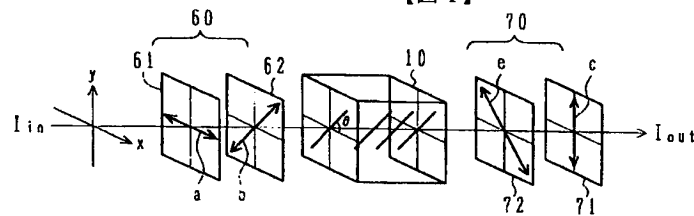
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 4

【補正方法】変更

【補正内容】

【図 4】



10: 液晶セル
61: 偏光子
62: $\lambda/4$ 板
71: 検光子
72: $\lambda/4$ 板

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-040428

(43)Date of publication of application : 06.02.2002

(51)Int.Cl.

G02F 1/13363

G02F 1/1335

G02F 1/139

(21)Application number : 2000-273321

(71)Applicant : STANLEY ELECTRIC CO LTD
IIMURA YASUFUMI

(22)Date of filing : 08.09.2000

(72)Inventor : IWAMOTO YOSHIHISA
IIMURA YASUFUMI

(30)Priority

Priority number : 11274633
2000142035Priority date : 28.09.1999
15.05.2000

Priority country : JP

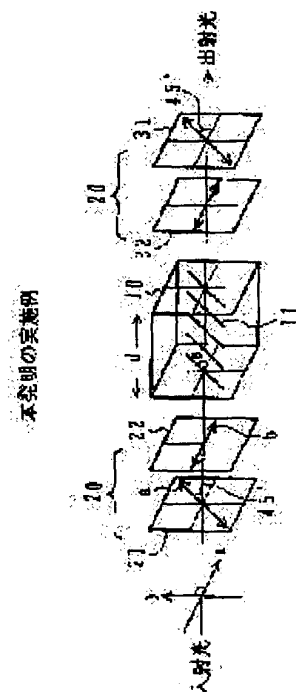
JP

(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a liquid crystal display device having an effective numerical aperture close to that of a liquid crystal display device in which liquid crystal molecules are in a single-crystalline array state, little visual angle dependence and excellent display quality in the liquid crystal display device having a liquid crystal array state in which liquid crystal molecules are arrayed in random directions in an azimuthal direction parallel to a substrate or in directions continuously changing in a plane parallel to the substrate.

SOLUTION: In the liquid crystal display device wherein a liquid crystal layer is interposed between a pair of substrates opposed to each other, the liquid crystal layer has a state in which: the liquid crystal molecules in the liquid crystal layer is arrayed in random directions in the azimuthal direction parallel to the substrate or in directions continuously changing in the surface parallel to the substrate; and circular polarizing plates are disposed on respective outsides of the pair of substrates or a circular polarizing plate is disposed on the outside of one of the pair of substrates; and a light reflecting plate is disposed adjacently to the other substrate side.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the liquid crystal display which had the state where are the liquid crystal display which pinched the liquid crystal layer by the substrate which a couple counters, and the liquid crystal molecule of the aforementioned liquid crystal layer was the direction of an azimuth parallel to the aforementioned substrate, and arranged the aforementioned liquid crystal layer in the random direction, or it was changing continuously in a field parallel to the aforementioned substrate, and arranges the circular polarization of light board on each outside of the substrate of the aforementioned couple.

[Claim 2] The aforementioned circular polarization of light board is a liquid crystal display according to claim 1 with which it is constituted combining a linearly polarized light board and 1/4 wavelength plate, and the angle of the transparency shaft orientation of the aforementioned linearly polarized light board and the direction of orientation of the liquid crystal molecule of the substrate interface of the aforementioned liquid crystal layer to make is 45 degrees.

[Claim 3] The aforementioned circular polarization of light board is a liquid crystal display the claim 1 arranged so that it may be constituted combining a linearly polarized light board and 1/4 wavelength plate and the transparency shaft orientation of the aforementioned linearly polarized light board and the direction of the lagging axis of the 1/4 aforementioned wavelength plate may become 45 degrees, or given in two.

[Claim 4] The liquid crystal display according to claim 3 arranged so that the direction of the lagging axis of the 1/4 aforementioned wavelength plate arranged on both the outsides of the substrate of the aforementioned couple is parallel or may intersect perpendicularly mutually.

[Claim 5] It is the liquid crystal display which is a liquid crystal display which pinched the liquid-crystal layer by the substrate which a couple counters, the aforementioned liquid-crystal layer has the state where of the liquid-crystal molecule of the aforementioned liquid-crystal layer is the direction of an azimuth parallel to the aforementioned substrate, and arranges in the random direction, or it is changing continuously in a field parallel to the aforementioned substrate, arranges a circular polarization of light board on one outside of the substrate of the aforementioned couple, adjoins the substrate side of another side, and has a light-reflex board.

[Claim 6] The aforementioned circular polarization of light board is a liquid crystal display according to claim 5 arranged so that it may be constituted combining a linearly polarized light board and 1/4 wavelength plate and the transparency shaft orientation of the aforementioned linearly polarized light board and the direction of the lagging axis of the 1/4 aforementioned wavelength plate may become the relation which is 45 degrees.

[Claim 7] The liquid crystal display according to claim 6 whose directions of the lagging axis of the aforementioned 1 / 4 position wavelength plate are arbitrary directions.

[Claim 8] The electric field which have the electrode which furthermore impresses voltage to the aforementioned liquid crystal layer, and are formed in the aforementioned liquid crystal layer of the aforementioned electrode are liquid crystal displays the claim 1 which is not uniform in the direction of [between the substrates of the aforementioned couple], or a field parallel to the aforementioned substrate, or given in five.

[Claim 9] The liquid crystal display according to claim 2 set up so that thickness d of the aforementioned direction between substrates of the aforementioned liquid crystal layer and the chiral pitch p of this thickness direction may be set to $d/p \leq 0.25$.

[Claim 10] The substrate used as the screen of the substrates of the aforementioned couple is a liquid crystal display according to claim 1 with which the aforementioned circular polarization of light board arranged on the outside of the substrate of an opposite side consists of cholesteric films.

[Claim 11] A liquid crystal display the claim 1 whose aforementioned solution layer layer is an amorphous orientation ECB mode liquid crystal cell, 2, or given in five.

[Claim 12] A liquid crystal display the claim 1 whose aforementioned liquid crystal layer is an amorphous orientation

HAN mode liquid crystal cell, 2, or given in five.

[Claim 13] A liquid crystal display the claim 1 whose aforementioned liquid crystal layer is a twist orientation liquid crystal cell, 2, or given in five.

[Claim 14] A liquid crystal display the claim 1 which is the perpendicular orientation liquid crystal cell in which the aforementioned liquid crystal layer carries out orientation by the electric field by the electrode which has slit opening, 2, or given in five.

[Claim 15] Each of the aforementioned circular polarization of light board arranged on each outside of the substrate of the aforementioned couple is a liquid crystal display according to claim 1 arranged so that it may be constituted combining a linearly polarized light board and 1/4 wavelength plate and the direction of the lagging axis of the 1/4 aforementioned wavelength plate of one aforementioned circular polarization of light board and the direction of the lagging axis of the 1/4 aforementioned wavelength plate of the aforementioned circular polarization of light board of another side may intersect perpendicularly mutually.

[Claim 16] The transparency shaft orientation of the linearly polarized light board of one side of the aforementioned circular polarization of light board and another side arranged on each outside of the substrate of the aforementioned couple is a liquid crystal display according to claim 15 arranged so that it may go direct mutually.

[Claim 17] The 1/4 aforementioned wavelength plate is a liquid crystal display according to claim 16 which has smaller wavelength-dispersion nature compared with the wavelength-dispersion nature of 1/4 ideal wavelength plate.

[Claim 18] The 1/4 aforementioned wavelength plate is a liquid crystal display according to claim 17 which consists of a film of one sheet which has the extension shaft which extended material in the predetermined direction.

[Claim 19] The liquid crystal display of 18 given in any 1 term from the claim 15 whose aforementioned liquid crystal layer is an ECB mode liquid crystal cell.

[Claim 20] When the refractive index of the direction of an azimuth which intersects perpendicularly mutually in a direction parallel to the front face of the 1/4 aforementioned wavelength plate is set to N_x and N_y and the refractive index of the thickness direction is set to N_z Each of the 1/4 aforementioned wavelength plate of the aforementioned circular polarization of light board arranged on each outside of the substrate of the aforementioned couple is the film which has the relation of $N_x > N_y > N_z$, and the shaft orientations of N_z of the 1/4-wave film of one circular polarization of light board and the circular polarization of light board of another side are the same. The liquid crystal display according to claim 15 with which the direction of N_x crosses.

[Claim 21] The liquid crystal display according to claim 20 which consists of a film of at least two sheets with which the 1/4 aforementioned wavelength plate has the relation of $N_x > N_y > N_z$.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] With respect to a liquid crystal display, especially, a liquid crystal molecule is the direction of an azimuth parallel to a substrate, and this invention relates to a liquid crystal display with the liquid crystal array state where arrange in the random direction or it is changing continuously in a field parallel to a substrate.

[0002]

[Description of the Prior Art] In a liquid crystal display, there is a problem that a display state will also change with own form birefringence of liquid crystal along with it if the observation direction (check-by-looking angle) of the screen changes. This is considered because the liquid crystal molecule in a liquid crystal layer is carrying out the single crystal-array by orientation regulation of a substrate interface.

[0003] The so-called multi-domain method to which the orientation of the liquid crystal molecule is made to carry out in all the directions at random within a pixel is devised as a method of lessening this check-by-looking angle dependency, and making it into the display state same from [every] observation. For example, many things which divide and constitute each of each pixels in two or more sub-picture elements which consist of liquid crystal molecules with two or four different array directions are proposed. By the multi-domain method, it is thought that it is the most effective as a cure of a check-by-looking angle dependency, the amorphous orientation to which the sub-picture element (domain) which carries out a liquid crystal array exists in an omnidirection, ASM (Axially Symmetric aligned Micro-cell) orientation, i.e., axial-symmetry orientation etc., etc.

[0004] In order the light transmittance of a liquid crystal cell is high and to acquire a good display state, the relation between the direction of liquid crystal orientation and polarizing plate arrangement needs to fulfill some specific conditions.

[0005] Drawing 35 draws typically the situation at the time of voltage impression of ECB type (Electrically Controlled Birefringence)-LCD (liquid crystal display). The ECB type liquid crystal cell 1 which pinched the liquid crystal layer by the transparent substrate (not shown) of the couple which counters is pinched with the linearly polarized light boards 2 and 3 of the direction (arrow) of a transparency shaft (polarization shaft) which intersects perpendicularly mutually. At the time of no voltage impressing, 4 is what illustrated typically the direction of a major axis of a liquid crystal molecule, for example, it is standing in the perpendicular direction to the polarizing plate, and it becomes a dark display without being able to pass light with the polarizing plates 2 and 3 which are in orthogonality relation mutually. At the time of voltage impression, the linearly polarized light which arranged the liquid crystal molecule in parallel to the polarizing plate like drawing 35, and passed one polarizing plate changes a liquid crystal cell 1 to elliptically polarized light in response to a birefringence at the time of passage, and the part passes another polarizing plate and it serves as the Ming display.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] ECB type LCD -- setting -- high permeability -- and -- high -- in order to realize a contrast display, considering as 45 degrees usually comes out of the angle of the transparency shaft (polarization shaft) of polarizing plates 2 and 3, and the direction of orientation of the liquid crystal molecule of a cell substrate interface to make therefore, the amorphous orientation with a direction strong [random nature] and ASM mode of the direction of liquid crystal orientation in 1 pixel -- or in LCD in the perpendicular orientation ECB mode at the time of voltage impression, when the sub-picture element with which such angle conditions are not filled exists, an efficiency-numerical aperture falls, decline in a light transmittance is caused and the electro-optics property when observing from [of the screen] a transverse plane especially falls remarkably

[0007] In a liquid crystal display with the liquid crystal array state where a liquid crystal molecule is the direction of an

azimuth parallel to a substrate, and arrange the purpose of this invention in the random direction, or it is changing continuously in a field parallel to a substrate, it has an effective numerical aperture with a liquid crystal molecule equivalent to the liquid crystal display of a single crystal-array, and there are few viewing-angle dependencies and it is offering the liquid crystal display which was moreover excellent in display quality.

[0008]

[Means for Solving the Problem] According to one viewpoint of this invention, the liquid crystal display which pinched the liquid crystal layer by the substrate which a couple counters is the direction of an azimuth where the aforementioned liquid crystal layer has the liquid crystal molecule of the aforementioned liquid crystal layer parallel to the aforementioned substrate, had the state where arranged in the random direction or it was changing continuously in a field parallel to the aforementioned substrate, and arranges the circular polarization of light board on each outside of the substrate of the aforementioned couple.

[0009] According to other viewpoints of this invention, it is the liquid crystal display which pinched the liquid crystal layer by the substrate which a couple counters. the aforementioned liquid crystal layer [whether it arranges in the direction where the liquid crystal molecule of the aforementioned liquid crystal layer is random in the direction of an azimuth parallel to the aforementioned substrate, and] Or the liquid crystal display which has the state where it is changing continuously in a field parallel to the aforementioned substrate, arranges a circular polarization of light board on one outside of the substrate of the aforementioned couple, adjoins the substrate side of another side, and has a light reflex board is also included.

[0010] By having used the circular polarization of light board for the polarization means, an efficiency-numerical aperture is raised by invisibility-izing the unusual orientation state of the direction of an azimuth in a liquid crystal cell, and forming the field into an effective pixel. this invention is applicable to both a penetrated type liquid crystal display and a reflected type liquid crystal display.

[0011]

[Embodiments of the Invention] Usually, although the linearly polarized light board is stuck on liquid crystal cell order, i.e., a front face, and the rear face, respectively as the example of drawing 35 also showed The liquid crystal molecule of a liquid crystal layer is the direction of an azimuth parallel to the aforementioned substrate by using a circular polarization of light board instead of a linearly polarized light board in this invention. It arranges in the random direction, or even if it is a liquid crystal display with the state where it is changing continuously in a field parallel to a substrate, the display state of having the effective numerical aperture as the liquid crystal display of a single crystal-array with the same liquid crystal molecule is acquired. And there are few viewing-angle dependencies and display quality is excellent.

[0012] The ** type view of the penetrated type liquid crystal display by the example of this invention is shown in drawing 1 . 10 is a liquid crystal layer and the liquid crystal layer 10 which contains liquid crystal 11 by the transparent substrate of the couple which is not illustrated is pinched. The circular polarization of light boards 20 and 30 are arranged on both the outsides of the liquid crystal layer 10, respectively. The circular polarization of light board 20 consists of a linearly polarized light board 21 and 1/4 wavelength plate 22. It is arranged so that the direction b of transparency shaft-orientation a of the linearly polarized light board 21 and the lagging axis of 1/4 wavelength plate 22 may become 45 degrees. Another circular polarization of light board 30 also consists of a linearly polarized light board 31 and 1/4 wavelength plate 32, and that of the sequence of a linearly polarized light board and 1/4 wavelength plate is reverse.

[0013] That is, parallel arrangement of the transparency shaft is carried out at 45 degrees to a x axis before and behind a liquid crystal cell 10, 1/4 wavelength plates 22 and 32 have an all parallel lagging axis, and the linearly polarized light boards 21 and 31 are 0 degree. On this arrangement condition, when only the azimuth theta leans about the x axis, if the liquid crystal molecule 11 shows the transverse-plane outgoing radiation electric field Eout using Jones vector, it will become as a formula 1.

[0014]

[Equation 1]

$$E_{out} = \begin{bmatrix} E_{out-x} \\ E_{out-y} \end{bmatrix} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \cos \theta (e^{i\delta} - 1) e^{-i\theta} + 1 & i \sin \theta (e^{i\delta} - 1) e^{-i\theta} - 1 \\ -\cos \theta (e^{i\delta} - 1) e^{-i\theta} - 1 & -i \sin \theta (e^{i\delta} - 1) e^{-i\theta} + 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_{in-x} \\ E_{in-y} \end{bmatrix}$$

$$\text{ここで } \delta = \begin{cases} \frac{2\pi \Delta n d}{2} \longrightarrow \text{透過型} \\ 2\pi \Delta n d \longrightarrow \text{反射型} \end{cases} \quad \dots (1)$$

[0015] Here, E_{in} shows transverse-plane incident-light electric field. In δ , a refractive-index anisotropy and δ shows a retardation and i shows an imaginary unit. Since the electric field E_{in} which carry out incidence to a liquid crystal cell 10 only pass the circular polarization of light board 20, they can be expressed with the following formula 2.

[0016]

[Equation 2]

$$\begin{bmatrix} E_{in-x} \\ E_{in-y} \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ i \end{bmatrix} \quad \dots (2)$$

[0017] If it asks for the outgoing radiation light intensity I in consideration of this, as shown in a formula 3, it will become the function of the retardation δ of the liquid crystal layer 10.

[0018]

[Equation 3]

$$I = E_{out} E_{out}^* = \sin^2 \delta \quad \dots (3)$$

[0019] However, E_{out}^* is the complex conjugate of E_{out} . That is, the transmitted light intensity I is unrelated to the direction θ of liquid crystal orientation, and it depends for it only on the liquid crystal molecular arrangement of the thickness direction of the liquid crystal layer 10.

[0020] The example of a reflected type liquid crystal display other than the penetrated type liquid crystal display of [drawing 1](#) is shown in [drawing 2](#). Although 40 is a light reflex board or a reflector and outgoing radiation light penetrates a liquid crystal layer twice by [drawing 2](#), except it, it is the same as that of the example of [drawing 1](#), and the same effect can be acquired.

[0021] [Drawing 3](#) shows another example of a penetrated type liquid crystal display. It differs from the case of [drawing 1](#) that it is the relation the relation, and the transparency shaft and lagging axis between the circular polarization of light boards 20 and 50 of order crossed at right angles. That is, the transparency shaft c of the linearly polarized light board 51 of the circular polarization of light board 50 by the side of outgoing radiation and the transparency shaft a of the linearly polarized light board 21 of the circular polarization of light board 20 by the side of incidence intersect perpendicularly mutually, and the lagging axis e of $1/4$ wavelength plate 52 of the circular polarization of light board 50 by the side of outgoing radiation and the lagging axis b of $1/4$ wavelength plate 22 of the circular polarization of light board 20 by the side of incidence lie at right angles mutually. Also in this example, the same effect as the example of [drawing 1](#) can be acquired.

[0022] [Drawing 4](#) shows another example of a penetrated type liquid crystal display. That the angle of the transparency shaft a of a polarizer (linearly polarized light board) 61 and the direction of orientation of the liquid crystal molecule 11 which constitute the circular polarization of light board 60 by the side of incidence to make is set up with 45 degrees, and the angle of the transparency shaft c of an analyzer (linearly polarized light board) 71 and the direction of orientation of the liquid crystal molecule 11 which constitute the circular polarization of light board 70 by the side of outgoing radiation in connection with it to make is also 45 degrees differs from the case of [drawing 1](#) - [drawing 3](#). Furthermore, the transparency shaft c of the analyzer 71 of the circular polarization of light board 70 by the side of outgoing radiation and the transparency shaft a of the polarizer 61 of the circular polarization of light board 60 by the side of incidence intersect perpendicularly mutually, and the lagging axis e of $1/4$ wavelength plate 72 of the circular polarization of light board 70 by the side of outgoing radiation and the lagging axis b of $1/4$ wavelength plate 62 of the circular polarization of light board 60 by the side of incidence lie at right angles mutually.

[0023] If the outgoing radiation photoelectrical community intensity E_{out} of the example of [drawing 4](#) is shown using Jones vector, it will become as a formula 4.

[0024]

[Equation 4]

$$E_{out} = \begin{bmatrix} E_{xout} \\ E_{yout} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & i \\ i & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e^{i\delta} \cos^2 \theta + \sin^2 \theta & \sin \theta \cos \theta (e^{i\delta} - 1) \\ \sin \theta \cos \theta (e^{i\delta} - 1) & e^{i\delta} \sin^2 \theta + \cos^2 \theta \end{bmatrix} \\ \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & i \\ i & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_{xin} \\ E_{yin} \end{bmatrix} \\ E_{out} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ i E_{xin} (e^{i\delta} + 1) \end{bmatrix} \quad \dots (4)$$

[0025] Furthermore, the outgoing radiation light intensity I_{out} comes to be shown in a formula 5.

[0026]

[Equation 5]

$$I_{out} = \frac{1}{2} I_{in} \cos^2 \left(\frac{\delta}{2} \right) \quad \dots (5)$$

[0027] Also in this example, it becomes the function of the retardation delta of the liquid crystal layer 10, and transmitted light intensity becomes unrelated to the azimuth theta of a liquid crystal molecule, and can acquire the same effect as the example of [drawing 1](#) - [drawing 3](#).

[0028] According to this formula, when a circular polarization of light board is used, it turns out that transmitted light intensity is not related to the azimuth theta of a liquid crystal molecule. When an ideal circular polarization of light board is used, arrangement with a circular polarization of light board and a liquid crystal layer is arbitrary, and good. That is, the axial direction of a circular polarization of light board may be theoretically arbitrary.

[0029] since [in addition,] the lagging axis of 1/4 wavelength plate of the circular polarization of light board by the side of the incidence of the example of [drawing 4](#) and outgoing radiation is mutually parallel -- the hand of cut of the circular polarization of light -- an incidence side and an outgoing radiation side -- being the same (all being right-handed rotation or left-handed rotation) -- since it becomes, a normally white display is obtained When the lagging axis of 1/4 wavelength plate of the circular polarization of light board by the side of incidence and outgoing radiation is made to intersect perpendicularly mutually by arrangement of [drawing 4](#), the outgoing radiation light intensity I_{out} comes to be shown in a formula 6. In this case, since the hand of cut of the circular polarization of light becomes the circumference of reverse by the incidence and outgoing radiation side, a normally black display is obtained.

[0030]

[Equation 6]

$$I_{out} = \frac{1}{2} I_{in} \sin^2 \left(\frac{\delta}{2} \right) \quad \dots (6)$$

[0031]

[Example] Next, the result which actually produced and was examined about the example of the liquid crystal display shown in [drawing 1](#) - [drawing 3](#) is explained with reference to [drawing 5](#) and [drawing 6](#).

[0032] The slit opening 101 (non-polar zone) was formed for the common electrode 100 which drives the liquid crystal of each pixel in the center section as the shape of a rectangular stripe by 10 micrometers of the same width of face as a contiguity electrode spacing, orientation control of a liquid crystal molecule was performed using the slanting electric field (a fringing field, uneven electric field) by the edge section of a slit, and the combination of the liquid crystal cell which has improved the viewing-angle property, and a circular polarization of light board was used.

[0033] a liquid crystal cell -- a cell -- thick -- $d = 3.8$ micrometers and a dielectric constant anisotropy are negative $\Delta\epsilon < 0$, and the electrode spacing (= slit width) of the slit electrode 100 is 10 micrometers Applied voltage is a rectangle alternating current wave in 4.3Vrms(es). As the light source for measurement, main wavelength used it for the halogen lamp through the NIKON band pass filter which is 530nm. In addition, for reference, what used the conventional linearly polarized light board was produced, and relative measurement was performed.

[0034] It uses the conventional linearly polarized light board, and [drawing 5](#) depends [drawing 6](#) on the example of this invention which used the circular polarization of light board (linearly polarized light board + 1/4 wavelength plate) for the same liquid crystal cell, and each is the NIKON polarization microscope and it photos the field which has an electrode on the above-mentioned conditions.

[0035] In the case of the conventional example of [drawing 5](#), the linearly polarized light board used that with which

the polarization microscope is equipped. In this case, since liquid crystal molecular orientation control by uneven electric field (slanting electric field) is performed, the direction of direction orientation of a liquid crystal molecule is not uniform within 1 pixel. Therefore, in spite of impressing voltage, as for the field of the liquid crystal molecule arranged in parallel with the transparency shaft orientations f and g of the linearly polarized light board arranged before and after a liquid crystal cell, it turns out that a light transmittance does not go up enough but it is visible in the shape of [dark] a shadow like a photograph. This is because the director of liquid crystal and the transparency shaft of a dark portion of a polarizing plate correspond and the relation between the direction of orientation and the transparency shaft orientations of a polarizing plate does not fulfill the optimum conditions of 45 degrees.

[0036] The linearly polarized light board using the circular polarization of light board of drawing 6 which is used for the circular polarization of light board by the side of incidence in the case of the example of this invention used the built-in thing for the polarization microscope, 1/4 wavelength plate used the NIKON object for 530nm, and the Sanritsu circular polarization of light board was used for the linearly polarized light board for another circular polarization of light boards, and 1/4 wavelength plate. h and i of drawing 6 show the direction of a lagging axis of 1/4 wavelength plate of a top and the bottom. x is the transparency shaft orientations of a top linearly polarized light board, and y shows the transparency shaft orientations of a bottom linearly polarized light board. The portion of the shape of a dark shadow which tries to be the conventional thing of drawing 5 disappears, and the effective numerical aperture is improving so that clearly from the photograph of drawing 6.

[0037] A graph shows the simulation examination result performed to drawing 7 in addition to this. Drawing 7 is the liquid crystal display which uses the circular polarization of light board of this invention, and is the result of examining what influence it has with the size of the twist angle of the liquid crystal molecule of a liquid crystal cell. In this drawing, (a), (b), (c), and (d) show the case where twist angles are 0 degree, 90 degrees, 180 degrees, and 240 degrees, respectively, a horizontal axis shows applied voltage and a vertical axis shows a light transmittance. And a solid line is the thing of the conventional linearly polarized light board use in each graph, and it is the case where a dotted line is circular polarization of light board use of this invention.

[0038] When a circular polarization of light board is used from drawing 7 so that clearly, as a twist angle becomes large, decline in permeability becomes larger. Therefore, a twist angle has the desirable range of 0 degree - about 200 degrees practical, and is especially desirable. [of the range of 0 degree - 180 degrees]

[0039] Next, the property graph of (a) of drawing 8 shows the examination result about the light transmittance (vertical axis) to the applied voltage (horizontal axis) in the liquid crystal layer of the example of drawing 1, and arrangement of a circular polarization of light board. The twist angle of liquid crystal was made into 0 degree here. A pre tilt angle is 89.9 degrees (perpendicular orientation). In this case, even if it rotated the optical axis as a center, a property hardly changed the liquid crystal layer 10 with (a) of drawing 7. That is, it turns out that it can be supposed that the relation of the direction of orientation of a circular polarization of light board and a liquid crystal molecule is arbitrary.

[0040] Furthermore, the property graph of (b) of drawing 8 shows another examination result of the applied-voltage (horizontal axis) opposite permeability (vertical axis) in the liquid crystal layer of the example of drawing 1, and arrangement of a circular polarization of light board. The chiral agent was added and the twist angle of liquid crystal was made into 90 degrees. A pre tilt angle is 89.9 degrees (perpendicular orientation). In this case, it fixed and the liquid crystal layer 10 rotated the optical axis for the circular polarization of light board 50 by the side of outgoing radiation as a center. In this case, arrangement of drawing 3 will also be included. Thus, even if it rotated the circular polarization of light board 50, the property of (b) of drawing 8 hardly changed. That is, it turns out that it can be supposed that the arrangement relation of the circular polarization of light board of order is arbitrary.

[0041] Next, about the example of the liquid crystal display shown in drawing 4, fundamental composition is common, the liquid crystal cell of six different conditions of (1) - (6) as shown below is actually created, and the result of the example of an experiment which measured those properties about each is explained. The common manufacture conditions of each [these] cell are as follows. In addition, in sign a-, amorphous one and SH mean a super HOMEOTORO pick and HAN means a hybrid aryne DONEMA tick.

[0042]

Substrate: TSP-018 Electrode : [For 10ohm / of field resistance / **:SLIT (slit) orientation] TSP-019 For the 10ohm **:a-SH and light orientation SH TSP-014 except 100ohm **:SH -- orientation film membrane formation: -- spinner use (2000rpm/60sec) orientation film: -- the object for level orientation -- The object for perpendicular orientation, prebaking for optical orientation: They are [C / 90 degree/ object / for postbake:level-for 2 minutes orientation] 120 diameters (only SH cell) of 200 degreeC gap control:3.8 micrometer per microscope 1 / 4 visual field at 160degreeC and the object for optical orientation in 240degreeC and the object for perpendicular orientation with a hot plate.

80 diameters of 5.0 micrometer per microscope 1 / 4 visual field (other cells)

Seal: A vacuum pouring pattern (only SH cell), a capillary tube pouring pattern (other cells)

Press: They are usually conditions (1.1 kg/cm²).

example of experiment (1) 1 shaft a-ECB mode LCD display side orientation film: -- background orientation film for level orientation: -- cell **for level orientation: -- 5.0-micrometer liquid crystal: -- MLC-2019
 d/p:0.387micrometerdeltaepsilon:>0 microphotography : Drawing 9 electro-optics property: example of drawing 17 experiment (2) a-TN mode LCD display side orientation film: -- background orientation film for level orientation: -- cell **for level orientation: -- 5.0-micrometer liquid crystal: -- ZLI-3504-100
 d/p:0.25deltaepsilon:>0.485micrometerdeltaepsilon:>0 microphotography : Drawing 11 electro-optics property: example of drawing 19 experiment (3) a-HAN mode LCD display side orientation film: -- background orientation film for perpendicular orientation: -- cell **for level orientation: -- 5.0-micrometer liquid crystal: -- ZLI-5200-000
 d/p:0.6micrometerdeltaepsilon:>0 microphotography : Drawing 10 electro-optics property: drawing 18 -- example of experiment (4) SLIT orientation SH mode LCD display side orientation film: -- background orientation film for perpendicular orientation: -- cell **for perpendicular orientation: -- 3.8-micrometer liquid crystal: -- MJ95170+CB-15 d/p: -- 0, 0.25, and 0.7deltaepsilon:about 1.0 micrometerdeltaepsilon:<0 microphotography: drawing 12 (a) and (b) -- Drawing 14 (a), (b), drawing 16 (a), (b) -- electro-optics property: example of the drawing 20 experiment (5) a-SH mode LCD display side orientation film: -- background orientation film for perpendicular orientation: -- cell **for perpendicular orientation: -- 3.8-micrometer liquid crystal: -- MJ95170+CB-15 d/p: -- 0, 0.25, and 0.7deltaepsilon:about 1.0 micrometerdeltaepsilon:<0 microphotography: drawing 12 (c), (d), drawing 14 (c), (d), drawing 16 (c), (d) -- electro-optics property: drawing 21 -- example of experiment (6) 1 shaft SH mode LCD display side orientation film: -- background orientation film for optical orientation: -- cell **for optical orientation: -- 3.8-micrometer liquid crystal: -- MJ95170+CB-15 d/p: -- 0, 0.25, and 0.7deltaepsilon:about 1.0 micrometerdeltaepsilon:<0 microphotography: drawing 13 , drawing 15 , drawing 16 (e), (f) electro-optics property: The usual cell which is drawing 22 and which carried out rubbing of the level orientation film about the cell of amorphous orientation (a-) for comparison (1.5 degrees of presumed pre tilt angles) was also created. The optical orientation cell was created on the basis of the pre tilt angle obtained on the irradiation conditions 45 degrees from slant to a substrate side with the polarization light source of 254nm wavelength. Liquid crystal pouring of an Amor foul cell was performed in the isotropic phase on the hot plate, and it cooled naturally after pouring.

[0043] The cell in each above-mentioned mode was created and the polarization microscope observation system performed texture observation of the screen. In the linearly polarized light board, SQX852-AP-HC and the circular polarization of light board used Sumitomo Chemical trial production circular polarization of light board CP-B(right-handed-rotation circular polarization of light board)/CP-B and CP-B/CP-D (left-handed-rotation circular polarization of light board). And measurement of an electro-optics property was performed in LCD5000AGS. The linearly polarized light board and circular polarization of light board in that case are the same as the thing at the time of texture observation. A reference is static, and fixes glass and the drive wave of a cell to 1kHz, and the light source is a halogen lamp.

<Texture observation result> (1) uniaxial-orientation cell drawing 9 In the liquid crystal cell in the a-ECB mode of the example of an experiment (1), it is a texture microphotography at the time of no voltage impressing. this drawing (a) (b) which is this drawing by the case where the linearly polarized light board has been arranged by orthogonality relation before and after the cell of a Prior art By the case where the circular polarization of light board by the example of this invention is considered as CP-B/CP-D arrangement, this drawing (c) shows the microphotography at the time of considering the circular polarization of light board by the example of this invention as CP-B/CP-B arrangement, respectively.

[0044] Drawing 10 is a texture microphotography at the time of no voltage impressing in the liquid crystal cell in the a-HAN mode of the example of an experiment (3). this drawing (a) (b) which is this drawing by the case where the linearly polarized light board has been arranged by orthogonality relation before and after the cell of a Prior art By the case where the circular polarization of light board by the example of this invention is considered as CP-B/CP-D arrangement, this drawing (c) shows the microphotography at the time of considering the circular polarization of light board by the example of this invention as CP-B/CP-B arrangement, respectively. In addition, in drawing, Arrow P shows the transparency shaft orientations of a polarizer 61, and Arrow A shows the transparency shaft orientations of an analyzer 71, respectively. Moreover, the combination of the circular polarization of light board with which CP-D serves as the counterclockwise circular polarization of light in the circular polarization of light board with which CP-B serves as the clockwise circular polarization of light is shown.

[0045] In arrangement of the linearly polarized light board of (a) of drawing 9 and drawing 10 , many fields where liquid crystal orientation is dark for random nature are seen, and it turns out that a substantial numerical aperture is low. Although a point defect is seen in the circular polarization of light board of this drawing (b) in CP-B/CP-D

arrangement, (normally black display), it turns out that it is observed like a seemingly quite uniform orientation state, and the numerical aperture is improving sharply. Although a photograph is dark and unclear when the circular polarization of light board of this drawing (c) is considered as CP-B/CP-B arrangement (normally white display), the actual quite uniform display is obtained.

[0046] In addition, although checked in these modes also about the cell which made domain size of amorphous orientation smaller, the difference was not looked at by the homogeneity of a display except that a point defect increased. Therefore, in order to lessen a point defect, it thinks that it is better to enlarge domain size.

Twist orientation drawing 11 is a texture microphotography at the time of no voltage impressing in the liquid crystal cell in the a-TN mode of the example of an experiment (2). (2) This drawing (a) (b) which is this drawing by the case where the linearly polarized light board has been arranged by orthogonality relation before and after the cell by the Prior art By the case where the circular polarization of light board by the example of this invention is considered as CP-B/CP-D arrangement, this drawing (c) shows the microphotography at the time of considering the circular polarization of light board by the example of this invention as CP-B/CP-B arrangement, respectively.

[0047] the case where the homogeneity of a display considers the circular polarization of light board of the combination of the conventional linearly polarized light board of drawing 10 (a), and the example of invention of this drawing (c) as CP-B/CP-B arrangement although the direction of orientation was random in the case of a-TN mode -- both -- a simultaneously -- equivalent homogeneity has been acquired Originally, it turns out that about 98% of TN usual in the light transmittance of a-TN is obtained. In addition, the point that the case of this twist orientation differs from optically uniaxial orientation is a normally black display in CP-B/CP-B arrangement, and is with a normally white display and a bird clapper in CP-B/CP-D arrangement. This is considered because the 90 degrees of the polarization directions of light are rotating in the liquid crystal layer.

(3) Perpendicular orientation drawing 12 is a texture microphotography at the time of no voltage impressing in the liquid crystal cell in the SLIT orientation SH mode of the example of an experiment (4), and the random orientation SH mode of the example of an experiment (5). the orientation film for perpendicular orientation -- using it -- the ratio of the cell gap d and the chiral pitch p -- d/p is 0 (b) which is this drawing (a) by the case where the linearly polarized light board has been arranged by orthogonality relation before and after the SLIT orientation SH mode cell by the Prior art By the case where the circular polarization of light board by the example of this invention is considered as CP-B/CP-D arrangement in a SLIT orientation SH mode cell, this drawing (c) it is the case where the linearly polarized light board has been arranged by orthogonality relation before and after the liquid crystal cell in the random orientation SH mode by the Prior art, and this drawing (d) shows the microphotography which is the case where a circular polarization of light board is considered as CP-B/CP-D arrangement at the liquid crystal cell in the random orientation SH mode by the example of this invention, respectively

[0048] Drawing 13 is a texture microphotography at the time of no voltage impressing in the liquid crystal cell in the optical orientation 1 shaft SH mode of the example of an experiment (6). the orientation film for perpendicular orientation -- using it -- the ratio of the cell gap d and the chiral pitch p -- d/p is 0 (b) which is this drawing (a) by the case where have arranged the linearly polarized light board by orthogonality relation, and a tilt angle considers as 89.9 degrees before and behind the optical orientation SH mode cell by the Prior art By the case where considered the circular polarization of light board by the example of this invention as CP-B/CP-D arrangement in the optical orientation SH mode cell, and a tilt angle considers as 89.9 degrees, this drawing (c) It is the case where have arranged the linearly polarized light board by orthogonality relation, and a tilt angle considers as 89.5 degrees before and behind the optical orientation SH mode cell by the Prior art. this drawing (d) The microphotography in the case where considered the circular polarization of light board by the example of this invention as CP-B/CP-D arrangement in the optical orientation SH mode cell by the example of this invention, and a tilt angle considers as 89.5 degrees is shown, respectively.

[0049] Drawing 14 is a texture microphotography at the time of no voltage impressing in the liquid crystal cell in the SLIT orientation SH mode of the example of an experiment (4), and the random orientation SH mode of the example of an experiment (5). a point which uses the orientation film for perpendicular orientation and is different from drawing 12 -- the ratio of the cell gap d and the chiral pitch p -- d/p is referred to as 0.25 (b) which is this drawing (a) by the case where the linearly polarized light board has been arranged by orthogonality relation before and after the SLIT orientation SH mode cell by the Prior art By the case where the circular polarization of light board by the example of this invention is considered as CP-B/CP-D arrangement in a SLIT orientation SH mode cell, this drawing (c) it is the case where the linearly polarized light board has been arranged by orthogonality relation before and after the liquid crystal cell in the random orientation SH mode by the Prior art, and this drawing (d) shows the microphotography which is the case where a circular polarization of light board is considered as CP-B/CP-D arrangement at the liquid crystal cell in the random orientation SH mode by the example of this invention, respectively

[0050] Drawing 15 is a texture microphotography at the time of no voltage impressing in the liquid crystal cell in the optical orientation 1 shaft SH mode of the example of an experiment (6). a point which uses the orientation film for perpendicular orientation and is different from drawing 13 -- the ratio of the cell gap d and the chiral pitch p -- d/p is referred to as 0.25 (b) which is this drawing (a) by the case where have arranged the linearly polarized light board by orthogonality relation, and a tilt angle considers as 89.9 degrees before and behind the optical orientation SH mode cell by the Prior art By the case where considered the circular polarization of light board by the example of this invention as CP-B/CP-D arrangement in the optical orientation SH mode cell, and a tilt angle considers as 89.9 degrees, this drawing (c) It is the case where have arranged the linearly polarized light board by orthogonality relation, and a tilt angle considers as 89.5 degrees before and behind the optical orientation SH mode cell by the Prior art. this drawing (d) The microphotography in the case where considered the circular polarization of light board by the example of this invention as CP-B/CP-D arrangement in the optical orientation SH mode cell by the example of this invention, and a tilt angle considers as 89.5 degrees is shown, respectively.

[0051] Drawing 16 is a texture microphotography at the time of no voltage impressing in each liquid crystal cell in the SLIT orientation SH mode of the example of an experiment (4), the random orientation SH mode of the example of an experiment (5), and the optical orientation 1 shaft SH mode of the example of an experiment (6). a point which uses the orientation film for perpendicular orientation and is different from drawing 12 -15 -- each -- the ratio of the cell gap d and the chiral pitch p -- d/p is referred to as 0.7 (b) which is this drawing (a) by the case where the linearly polarized light board has been arranged by orthogonality relation before and after the SLIT orientation SH mode cell by the Prior art By the case where the circular polarization of light board by the example of this invention is considered as CP-B/CP-D arrangement in a SLIT orientation SH mode cell, this drawing (c) It is the case where the linearly polarized light board has been arranged by orthogonality relation before and after the liquid crystal cell which is the random orientation SH mode by the Prior art. this drawing (d) By the case where it considers as CP-B/CP-D arrangement, a circular polarization of light board to the liquid crystal cell in the random orientation SH mode by the example of this invention this drawing (e) It is the case where have arranged the linearly polarized light board by orthogonality relation, and a tilt angle considers as 89.5 degrees before and behind the optical orientation SH mode cell by the Prior art. this drawing (f) A microphotography when the circular polarization of light board by the example of this invention is considered as CP-B/CP-D arrangement in the optical orientation SH mode cell by the example of this invention and a tilt angle considers as 89.5 degrees is shown, respectively.

[0052] Also in texture observation in the perpendicular orientation mode shown in drawing 12 - drawing 16 , it turns out that a black cross disappears in all conditions and only the intersection of a black cross has become a point defect by the case where the circular polarization of light board of this invention is used, compared with the combination of the conventional linearly polarized light board. Probably, in random orientation SH mode, the microphotography shows especially that a property improvement is carried out remarkably.

The graph of the electro-optics property of the applied-voltage (horizontal axis) opposite light transmittance (vertical axis) of the a-ECB mode cell of the example of an experiment (1) which carried out the <electro-optics property (1)> uniaxial orientation cell above, and the a-HAN mode cell of the example of an experiment (3) is shown in drawing 17 and drawing 18 , respectively. Also in which property view, the property of the cell which combined the conventional linearly polarized light board for comparison is written in addition. It is a property when a dashed line combines a circular polarization of light board with the a-ECB mode cell by the example of this invention by CP-B/CP-D arrangement by the case where an alternate long and short dash line combines the linearly polarized light board conventional in an a-ECB mode cell by the case where a solid line combines a linearly polarized light board with the conventional single crystal-orientation cell.

[0053] This property view shows that the maximum permeability T_{max} is improving by having used the circular polarization of light board in an amorphous orientation cell as compared with the case of the conventional linearly polarized light board use. However, it also turns out that it is less than the property of a single crystal-orientation cell. This is considered that that orientation discontinuity between domains cannot be removed completely has influenced with the circular polarization of light board.

(2) The graph of the electro-optics property of the applied-voltage pair light transmittance of the a-TN mode cell of the example of an experiment (2) described above to twist orientation cell drawing 19 is shown. Also in which property view, the property of the cell which combined the conventional linearly polarized light board for comparison is written in addition. It is a property when a fine dashed line combines a circular polarization of light board with the a-TN mode cell by the example of this invention by CP-B/CP-B arrangement by the case where a rude dashed line combines a circular polarization of light board with the a-TN mode cell by the example of this invention by CP-B/CP-D arrangement by the case where an alternate long and short dash line combines the linearly polarized light board conventional in an a-TN mode cell by the case where a solid line combines a linearly polarized light board with the

conventional, single crystal-orientation cell.

[0054] In the case of a twist orientation cell, the property of drawing 19 shows differing sharply [the property of the combination of a circular polarization of light board] from the property of combination with a linearly polarized light board. Therefore, use of the circular polarization of light board in a twist orientation cell will not lead to improvement in a large property. However, there are 180 degrees of rotations of the circular polarization of light within liquid crystal, and the property improvement could expect, when it is used for a reflected type liquid crystal display.

(3) The graph of the electro-optics property of the applied-voltage pair light transmittance of the SLIT orientation mode cell of the example of an experiment (4) which carried out the perpendicular orientation cell above, the random orientation SH mode cell of the example of an experiment (5), and the uniaxial orientation SH cell of the example of an experiment (6) is shown in drawing 20 , drawing 21 , and drawing 22 , respectively.

[0055] Also in the property view of drawing 20 , the property of the cell which combined the conventional linearly polarized light board for comparison is written in addition. By the case where a solid line combines a linearly polarized light board with the conventional cell ($d/p=0$) By the case where an alternate long and short dash line combines a circular polarization of light board in a SLIT orientation cell ($d/p=0$) When dashed line ** combines a linearly polarized light board with a SLIT orientation cell ($d/p=0.25$), When dashed line ** combines a circular polarization of light board with a SLIT orientation cell ($d/p=0.25$) and dashed line ** combines a linearly polarized light board with a SLIT orientation cell ($d/p=0.7$), it is a property when dashed line ** combines a circular polarization of light board with a SLIT orientation cell ($d/p=0.7$).

[0056] The property view of drawing 21 by the case where a solid line combines a linearly polarized light board with the conventional cell ($d/p=0$) By the case where an alternate long and short dash line combines a circular polarization of light board in a random orientation SH cell ($d/p=0$) When dashed line ** combines a linearly polarized light board with a random orientation SH cell ($d/p=0.25$), When dashed line ** combines a circular polarization of light board with a random orientation SH cell ($d/p=0.25$), When dashed line ** combines a linearly polarized light board with a random orientation SH cell ($d/p=0.7$), it is a property when dashed line ** combines a circular polarization of light board with a random orientation SH cell ($d/p=0.7$).

[0057] The property view of drawing 22 is a property when dashed line ** combines a circular polarization of light board with a uniaxial orientation SH cell ($d/p=0.25$), when dashed line ** combines a linearly polarized light board with a uniaxial orientation SH cell ($d/p=0.25$) by the case where an alternate long and short dash line combines a circular polarization of light board in a uniaxial orientation SH cell ($d/p=0$) by the case where a solid line combines a linearly polarized light board with the conventional cell ($d/p=0$). Each pre tilt angle is 89.5 degrees.

[0058] In the property of drawing 20 - drawing 22 , it has checked that T_{max} was going up on all orientation conditions in $d/p=0$ which combined the circular polarization of light board by CP-B/CP-B arrangement, and the conditions of $d/p=0.25$. The value of T_{max} is especially high in a random orientation SH cell and a uniaxial orientation SH cell (89.5 degrees). Thus, by use of a circular polarization of light board, the effective numerical aperture increased sharply and improvement in sharpness has also brought it about. However, T_{max} falls on condition that [case / of use of a linearly polarized light board] $d/p=0.7$. However, the effect of a threshold fall and improvement in sharpness is acquired. That is, by using a circular polarization of light board on all orientation conditions showed that a black cross was eliminated and a substantial numerical aperture rose. However, when it is the conditions that a d/p value is large, it turns out that there is a phenomenon of reducing T_{max} . The same result is obtained by another simulation inspection about this phenomenon.

[0059] When the circular polarization of light board was applied to liquid crystal cells which the amorphous orientation (ASM is included) which does not have torsion within a liquid crystal layer, and a black cross generate, such as slit orientation (orientation by slanting electric field), and random orientation SH, from the above result, it turns out that a substantial numerical aperture improves remarkably and a good electro-optics property is acquired. Especially, it is effective in perpendicular orientation mode, and it turns out that a high effective numerical aperture is obtained without orientation processing. However, addition of the chiral agent in perpendicular orientation does not necessarily lead to improvement in a property. Moreover, a d/p value has the desirable use or less by 0.25.

[0060] Next, example with a still more nearly another this invention is explained with reference to drawing 23 . Although the circular polarization of light board of composition of having combined the linearly polarized light board and 1/4 wavelength plate before and after the liquid crystal cell has been arranged in the example explained so far, in the example shown in drawing 23 , to the display side, the same circular polarization of light board 80 as the above-mentioned example has been arranged, and the cholesteric film 90 which had the same operation as a circular polarization of light board in the back light light source side of it and an opposite side instead of the circular polarization of light board has been arranged. The same effect as the case where a circular polarization of light board is used for both sides also in this example was acquired.

[0061] In addition, as the creation method of the cholesteric film 90, it is Philips. Research Paper "Molecular Architectures in Thin Films by In-Situ Photopolymerization of Reactive Liquid Crystals" by the D.J. Broer work of Laboratories, SID 95 It can obtain using the method indicated by Digest and 165. moreover, as a method of forming a cholesteric film in a back light panel Similarly it is Philips. Research "The paper by the work besides D.J. Broer of Laboratories Reflective Cholesteric Polariser Improving the Light Yield of Back-and Side-Lighted Flat Liquid Crystal Displays", ASIA What is indicated by Display'95 can be used.

[0062] The liquid crystal display of almost all form, such as a thing of the multi-domain structure where the direction of an azimuth of liquid crystal carries out random or continuous change as a form of a liquid crystal display which can apply this invention, a penetrated type, a reflected type, LCD driven by level or the uneven electric field by the electrode which prepared a perpendicular orientation ECB type, an amorphous TN type, the axial-symmetry orientation LCD, ASM-LCD, and the slit, and TFT-LCD, serves as the object. For example, the liquid crystal cell in a-ECB mode, a-TN mode, a-HAN mode, slit orientation SH mode, a-SH mode, and 1 shaft SH mode is applied.

[0063] Next, as a circular polarization of light board used in the example of this invention explained above, when using the combination of a linearly polarized light board and 1/4 wavelength plate, the example which uses what carried out the laminating of the film which extended and created PC (polycarbonate), PES (polyether sulfide), etc. to 1/4 wavelength plate is explained below.

[0064] what stuck two films -- "-- two sheets are stuck, it is a" type circular polarization of light board, and there are some which laminated the 1/2-wave film and 1/4-wave film of the above-mentioned material in piles on the linearly polarized light film as composition of the circular polarization of light board In this case, the combination of a 1/2-wave film and a 1/4-wave film is constituted so that the wavelength-dispersion nature approximated to ideal 1 / 4 wavelength-plate property may be shown. in addition, "which arranges and stuck one 1/4-wave film on the linearly polarized light film so that the transparency shaft orientations of a linearly polarized light film and the direction of a lagging axis of a 1/4-wave film might become 45 degrees -- one sheet is stuck and there is also a" type circular polarization of light board This is usually used for the purpose of acid resisting, or is used by the touch switch etc.

[0065] "2 sheet -- sticking -- the 1/4-wave film for" type circular polarization of light boards, and "-- the result which stuck one sheet, actually prepared the" type film, and conducted the performance-evaluation experiment as 1/4 wavelength plate is shown in drawing 24 As for the graph of drawing 24 , a vertical axis shows [a horizontal axis] a retardation value on wavelength. Two made from PC were stuck as an experiment sample, one made from PC was stuck with the film, one made from PES was stuck with the film, and two kinds (1/4 wave differs from CX-137.5nm and CX-150nm) were prepared, and it is a gaging system using the photoelasticity modulation element, and measured by the wavelength of 632.8nm, and 543.5nm. And the result which carried out the curve fitting of the measured value on the point plotting [survey] using the model formula according to Cauchy's wavelength-dispersion formula is the graph of drawing 24 .

[0066] In drawing 24 , the straight line of a thick solid line is the property of 1/4 ideal wavelength plate. On the other hand, the curve which plotted the black rectangular head of a fine dotted line sticks two PCs, and in the property of the 1/4-wave film of a type, others stick one sheet, and it turns out that it is the closest to an ideal property as compared with the property of a type. In order to obtain 1/4 ideal wavelength plate from this experimental result, it turns out that it is required to also stick the small PES film of wavelength-dispersion nature two sheets, and to make it composition.

[0067] furthermore, another experiment -- setting -- as a normally black display type -- a 1/4-wave film -- creating -- a spectrum -- spectral characteristics were measured What stuck a linearly polarized light board and one PC, and combined the 1/4-wave film of a type in this experiment so that it might become a right-handed-rotation circular polarization of light board, By arrangement to which the direction of a lagging axis is mutually parallel, what stuck a linearly polarized light board and one PC, and combined the 1/4-wave film of a type so that it might become a left-handed-rotation circular polarization of light board The sample stuck in parallel with the glass substrate of 0.3mm ** (parallel arrangement sample), What stuck a linearly polarized light board and one PC, and combined the 1/4-wave film of a type so that it might become a right-handed-rotation circular polarization of light board, By arrangement arrangement and the direction of a lagging axis cross at right angles mutually, what stuck a linearly polarized light board and one PC, and combined the 1/4-wave film of a type so that it might become a left-handed-rotation circular polarization of light board the sample (cross arrangement sample) stuck in parallel with the glass substrate of 0.3mm ** -- preparing -- the spectrum of each sample -- the spectrum was measured using Shimadzu UV-3100 spectroscope Measurement wavelength is a visible region (380-780nm). Drawing 25 shows the graph of the experimental result.

[0068] Black level is good only in a specific narrow wavelength field so that it may be expected also from the retardation property of drawing 24 with the circular polarization of light board of the parallel arrangement plotted on the curve of a solid line from the measurement result of drawing 25 . Except the wavelength field, since it has shifted from 1/4 wave, optical leakage arises greatly. On the other hand, with the circular polarization of light board of cross

arrangement of a dotted line, it turns out that good black level is obtained in a wide range wavelength field.

[0069] that to which the film combined with a linearly polarized light board was stuck one PES with one PC **** and two PCs **** as a circular polarization of light board of the above-mentioned cross arrangement in still more nearly another experiment, and the polarization shaft considered two kinds (1/4 waves differ) of each type, and two linearly polarized light boards for comparison as cross arrangement -- preparing -- a spectrum -- spectral characteristics are measured and the result is shown in drawing 26 And the brightness value (Y %) of the transmitted light of these samples is shown in Table 1.

[0070]

[Table 1]

クロス配置時輝度Y

1/4 波長フィルム	輝度 Y%
CX-137.5nm	0.03
CX-150nm	0.03
PC1 枚	0.06
PC 2 枚貼り合わせ	0.12
直線偏光板 クロス	0.01

[0071] From the experimental result of drawing 26, it sticks in a retardation property two PCs which were the closest to ideal 1 / 4 wavelength plate, and the property (white rectangular head) of the circular polarization of light board of a type has permeability and the highest brightness value. By sticking one PC and sticking a type and one PES to it, although the thing of a type is less than the thing of cross arrangement of a linearly polarized light board, fairly good black level is obtained. However, it sticks one PES and, for the thing of a type, black level brightness is a low a little.

[0072] Although it stuck two PCs in retardation measurement and it was expected from the above measurement result that the thing of a type was effective, in the synthetic evaluation result, a result from which one sheet is stuck and black level sufficient also by the type is obtained was brought. It is thought that the lagging axis of the film of the circular polarization of light board of left-handed rotation and right-handed rotation is cross arrangement, and this reason is because a retardation is canceled.

[0073] Furthermore, when the thing of cross arrangement (lagging-axis rectangular cross) of the circular polarization of light board of the left-handed rotation which stuck one sheet and used 1/4 wavelength plate of a type and right-handed rotation which were considered to be effective from the above-mentioned experiment had been arranged to the actual liquid crystal cell, it experimented in what effect is acquired. For comparison, LCD of arrangement of only a linearly polarized light board and LCD of parallel arrangement (lagging-axis parallel) of the circular polarization of light board of left-handed rotation and right-handed rotation were also prepared for the conventional liquid crystal cell, and the evaluation experiment was conducted. The liquid crystal cell was taken as the quadrisection perpendicular orientation dot matrix. The microphotography of the result is shown in drawing 27.

[0074] The good multi-domain orientation which the field where (a) of drawing 27 becomes dark to polarizing plate transparency shaft orientations by the case of LCD of arrangement of only a linearly polarized light board generates is acquired. However, between each domain is observed black and it turns out that an effective numerical aperture is low. Although it is LCD of parallel arrangement of the circular polarization of light board of left-handed rotation and right-handed rotation and the melanism between domains like [in (a)] has stopped being conspicuous, as for this drawing (b), the part between the lines which they are between each dot also floats, and is in sight, and its contrast is not good, either. Moreover, the phenomenon in which a display colored was seen. This drawing (c) was the case of cross arrangement of the circular polarization of light board of left-handed rotation and right-handed rotation, the dark field seen by (a) was removed nearly completely, and its efficiency-numerical aperture improved sharply. With the sample of this experiment, when the maximum permeability was (c), compared with (a), it improved about 40%. In addition, both of contrast were 500 or more.

[0075] In the normally black transparency type which right-handed rotation and left-handed rotation stuck one sheet, and has arranged the circular polarization of light board using type $\lambda/4$ board on both sides of a cell from the above result, it turns out that arrangement of the lagging axis of 1/4 wavelength plate of a circular polarization of light board is excellent in the case of a rectangular cross, i.e., cross arrangement.

[0076] In addition, in an experiment, although the cell of the simple matrix structure in ECB mode was used, if it is ECB mode, this invention can be applied not only to a simple matrix but to an active matrix type liquid crystal cell, and the same effect will be acquired. of course, the modes other than ECB -- also obtaining -- it is applicable Moreover, it

turns out that a 1/4-wave film is stuck two sheets, and is stuck one sheet rather than a type, and the direction of a type is excellent also in the case of cross arrangement.

[0077] Next, the example of this invention which has improved the viewing-angle property which are requirements important as display is explained. Generally viewing-angle compensation in a perpendicular orientation cell was performed by inserting the NOC film which is a negative optically uniaxial phase contrast board between a liquid crystal phase and a polarizing plate. However, since the 1/4-wave film of a circular polarization of light board is it a positive 1 shaft film that it is the case where a circular polarization of light board is used like this invention, when it is used combining an NOC film, both property is offset and there is a problem, for example, the problem that the field which does not carry out display reversal with a viewing angle compared with the combination of a linearly polarized light board and an NOC film becomes narrow, that a viewing-angle property is not improvable.

[0078] The ** type view of the penetrated type liquid crystal display which combined the NOC film with the perpendicular orientation cell and the circular polarization of light board is shown in drawing 28. 110 is a liquid crystal layer and the liquid crystal layer 110 which contains liquid crystal 111 by the transparent substrate of the couple which is not illustrated is pinched. Another [which consists of a circular polarization of light board 120 which consists of a linearly polarized light board 121 and 1/4 wavelength plate 122, and the linearly polarized light board 131 and 1/4 wavelength plate 132] circular polarization of light board 130 is arranged on both the outsides of the liquid crystal layer 110. It is arranged so that the transparency shaft orientation (arrow) of the linearly polarized light board 121 and the direction of the lagging axis of 1/4 wavelength plate 122 (arrow) may become 45 degrees. Furthermore, the NOC film 123 is arranged between the linearly polarized light board 121 and 1/4 wavelength plate 122, and the NOC film 133 is arranged, respectively between the linearly polarized light board 131 and 1/4 wavelength plate 132.

[0079] In the case where an NOC film is combined with the linearly polarized light board and perpendicular orientation cell which do not use the conventional circular polarization of light board, it becomes the composition which removed 1/4 wavelength plate 122, 1/4 wavelength plate 132, and the NOC film 133 from the composition of drawing 28.

[0080] LCD of the combination of the circular polarization of light board of drawing 28 and an NOC film and LCD of the combination of the conventional linearly polarized light board and an NOC film are created, and the result which performed the duty drive and the static drive by each, and measured the viewing-angle property is shown in drawing 29 and drawing 30. Drawing 29 is 1 / 240 duty drive conditions in 16.49bias, (a) is LCD of the conventional linearly polarized light board +NOC film, and (b) is the viewing-angle property of LCD of a circular polarization of light board +NOC film. It is the static drive which drawing 30 made Tmax ON voltage and made 0V OFF voltage, and (a) is LCD of the conventional linearly polarized light board +NOC film, and (b) is the viewing-angle property of LCD of a circular polarization of light board +NOC film. the linearly polarized light board (what is used as a circular polarization of light board should be included) used in this measurement experiment -- the NITTO DENKO make -- it was G1220DUN, and what it is Sumitomo Chemical VAC-C430 which combines the conventional linearly polarized light board, and is combined with a circular polarization of light board is the same, an NOC film is VAC-C160, and 1/4 wavelength plate used for a circular polarization of light board used Sekisui Chemical CX-137.6nm

[0081] In the duty drive of drawing 29, the viewing-angle compensation by the NOC film takes effect, and the thing of the linearly polarized light board of (a) has an isotropic and uniform viewing-angle property. However, the display reversal field which showed the thing of the circular polarization of light board of (b) in 45 degrees which is the transparency shaft orientations of a linearly polarized light board, and the direction of 135 degree by hatching has appeared.

[0082] Moreover, in the static drive of drawing 30, the reversal field as a duty drive where the thing of the circular polarization of light board of (b) is the same appeared to the things of the linearly polarized light board of (a) being a direction -- the transparency shaft orientations of a linearly polarized light board show a good viewing-angle property especially -- and a uniform property.

[0083] It is LCD in order to obtain LCD without the above problems in the combination of this circular polarization of light board and the NOC film for viewing-angle compensation. The optimization conditions of the film which performs the simulation by the MASTER simulator and is stuck on a liquid crystal cell were examined. The composition of LCD of a simulation is what was shown by drawing 28, the liquid crystal cell was quadrisection orientation, 1/4 wavelength plate shall have an ideal wavelength-dispersion property, and the NOC film assumed the ideal case where there was no lagging axis like a VAC film. For comparison, the simulation was performed also about the case of the combination of a LCD and an NOC film with the conventional linearly polarized light board.

[0084] In the case of the linearly polarized light board of the former [drawing 31], (a) is contrast properties, such as the simulation, and these drawings (b) are RUMINANSU (brightness) properties, such as black level. Drawing 32 is the combination of a circular polarization of light board and an NOC film, (a) is contrast properties, such as the

simulation, and these drawings (b) are RUMINANSU properties, such as black level.

[0085] In the graph of a contrast [drawing 32 / drawing 31 ,] property, the place where the field drawn darkly is low and its contrast is bright indicates that contrast is a high field. Moreover, the graph of RUMINANSU properties, such as black level, indicates that the place where the field drawn darkly is low and its brightness is brighter is [brightness] a high field.

[0086] Both the properties of contrast and brightness optimized the NOC film retardation, and LCD of a linearly polarized light board had the optimal case of a film equivalent to VAC-C430. On the other hand, in the circular polarization of light board LCD, it is sticking VAC-C430 on both sides of a cell, and the reversal field (black field) shifted outside most. This cause can consider mostly that an optical omission is intense in an omnidirection, when a viewing angle is shaken so that it may understand, if a ** RUMINANSU property is seen. This will be considered because there is an effect which cancels a mutual property if the NOC film which are 1/4 wavelength plate which is a positive 1 shaft film, and a negative 1 shaft film combines. That is, the retardation of the thickness direction of 1/4 wavelength plate is considered to carry out the work which degrades the viewing-angle compensation capacity of an NOC film.

[0087] Then, when it seemed that the size relation to $N_x > N_y > N_z$ (however, N_x shows the refractive index of the direction of 90 degree-270 degree of drawing 31 and the direction where direction of 180 degree-0 degree of these drawings and N_z of N_y are perpendicular to space.) of the refractive index in "the biaxial film which adds an operation of an NOC film to the 1 / the 4 wavelength plates itself", i.e., a film, becomes, it was considered whether an improvement would be possible.

[0088] The viewing-angle property at the time of using for drawing 33 the biaxial film optimized by the simulation as 1/4 wavelength plate is shown. In this drawing, (a) is contrast properties, such as the simulation, and these drawings (b) are RUMINANSU properties, such as black level. 1/4 wavelength plate 122 of drawing 28 is extended in the x directions (the direction of a lagging axis), and 1/4 wavelength plate 132 is extended in the direction (the direction of a lagging axis) of y. As an example of $N_x > N_y > N_z$, they are $N_x = 1.5017$, $N_y = 1.50105$, and the biaxial film of $N_z = 1.49782$ (film thickness = 211.6 micrometer).

[0089] In view of contrast properties, such as (a) etc. of drawing 33 , the display reversal field was completely removable. Especially, a viewing angle is large to the direction of a lagging axis of 1/4 wavelength plate. This is equivalent to the state where drawing 29 and the display reversal field of 30 were lost exactly. This reason for an improvement is considered because the optical omission of the direction of a lagging axis of 1/4 wavelength plate was suppressed especially so that it may understand, if RUMINANSU properties, such as black level of this drawing (b), are seen. However, since the improvement of a viewing angle to a polarizing plate transparency shaft like [in the case of LCD of a linearly polarized light board] is not found, a viewing angle may be sensed sensuous to be narrow when a cell size is to some extent large.

[0090] Then, the simulation examined conditions which a viewing angle twists widely also to the transparency shaft orientations of a linearly polarized light board. Consequently, the property as stuck two VAC films and shown in drawing 34 on conditions was acquired. In this drawing, (a) is contrast properties, such as the simulation, and these drawings (b) are RUMINANSU properties, such as black level. Although display reversal appears in the direction of a lagging axis of 1/4 wavelength plate in this property, the optical omission state of black level is better than the case of the mere 1 shaft film of drawing 32 rather.

[0091] Furthermore, although the conditions which search the conditions from which a viewing angle good to linearly polarized light board transparency shaft orientations is acquired by the simulation, and do not have display reversal were looked for, when optical omission suppression of black level was thought as important, the conditions in the simulation of drawing 34 were the optimal.

[0092] As mentioned above, although this invention was explained in accordance with the example, this invention is not restricted to these. for example, various change, improvement, and combination are possible -- this contractor -- obvious -- it will be .

[0093]

[Effect of the Invention] In the liquid crystal display in which a liquid crystal molecule has the liquid crystal array state where arrange in the random direction or it is changing continuously in a field parallel to a substrate, in the direction of an azimuth parallel to a substrate as explained above By using a circular polarization of light board as a polarizer and an analyzer, a liquid crystal molecule has the same effective numerical aperture as the liquid crystal display of the single crystal-array of the uniform direction orientation, can fall a viewing-angle dependency, and, moreover, can raise display quality.

[0094] If electric field apply to an uneven liquid crystal cell within a pixel, the direction of azimuth unusual orientation state of a liquid crystal molecule can be invisibility-ized also by that case, and the field can be formed into an effective

pixel, and an efficiency-numerical aperture can be improved.

[Translation done.]

NOTICES,

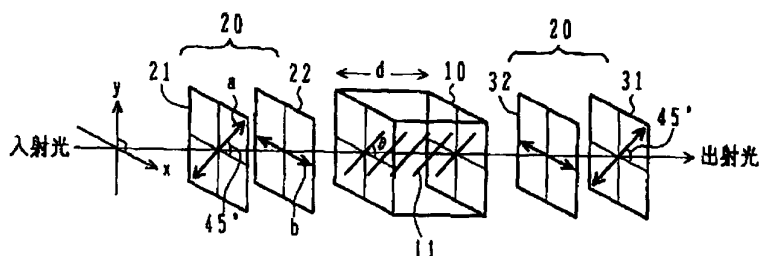
Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

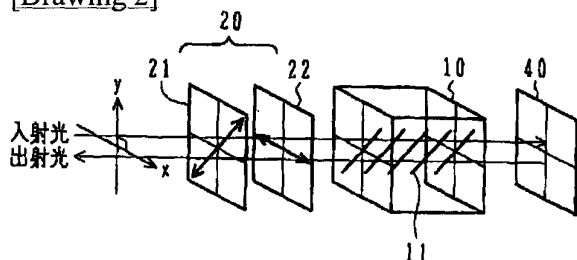
DRAWINGS

[Drawing 1]

本発明の実施例



[Drawing 2]



[Drawing 3]

$$I = E_{out} E_{out}^* = \sin^2 \delta \quad \dots (3)$$

[Drawing 4]

$$E_{out} = \begin{bmatrix} E_{xout} \\ E_{yout} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & i \\ i & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e^{i\delta} \cos^2 \theta + \sin^2 \theta \\ \sin \theta \cos \theta (e^{i\delta} - 1) \end{bmatrix}$$

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & i \\ i & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_{xin} \\ E_{yin} \end{bmatrix}$$

$$E_{out} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ i E_{xin} (e^{i\delta} + 1) \end{bmatrix}$$

[Drawing 5]

$$I_{out} = \frac{1}{2} I_{in} \cos^2 \left(\frac{\delta}{2} \right) \quad \dots (5)$$

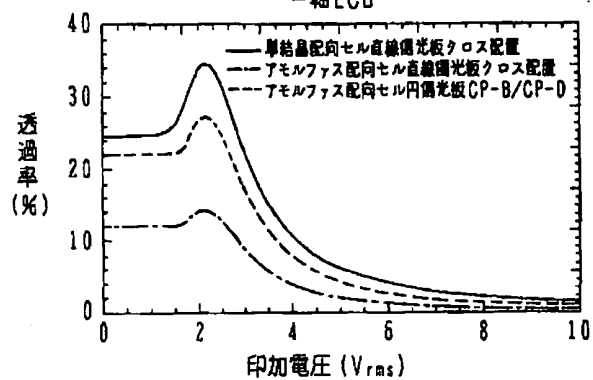
[Drawing 6]

$$I_{out} = \frac{1}{2} I_{in} \sin^2 \left(\frac{\delta}{2} \right) \quad \dots (6)$$

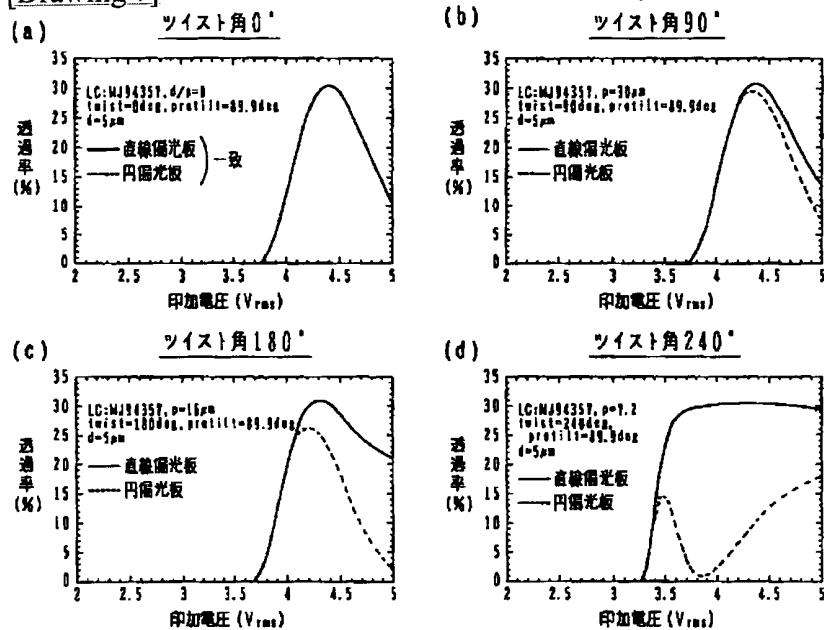
[Drawing 17]

実験例 (1)

-軸ECB

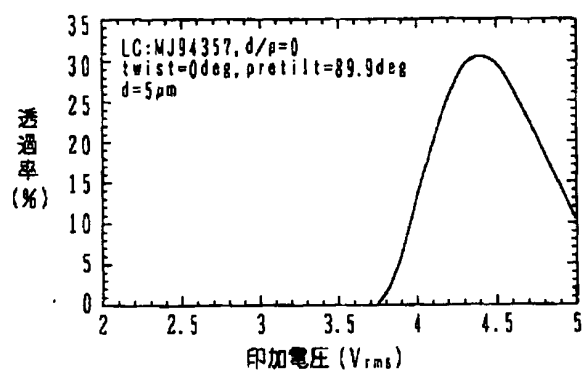


[Drawing 7]

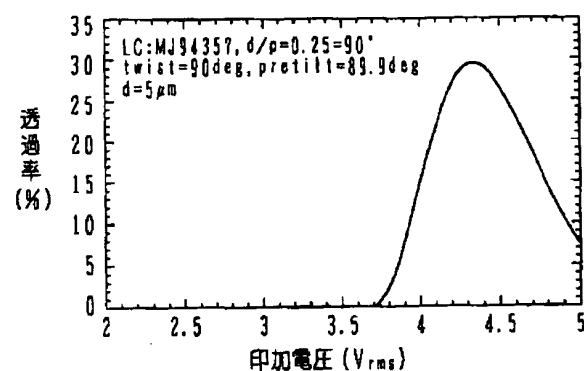


[Drawing 8]

(a)

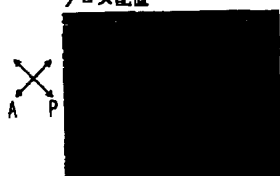
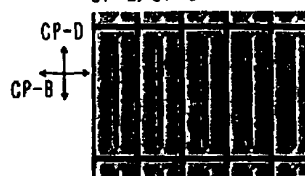
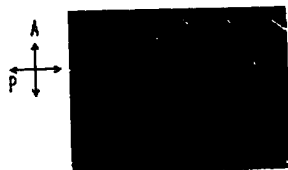
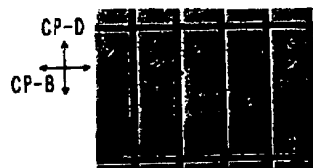
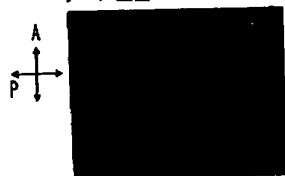
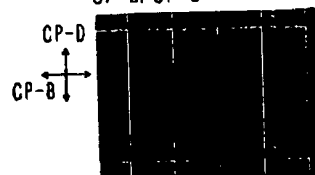


(b)



[Drawing 16]

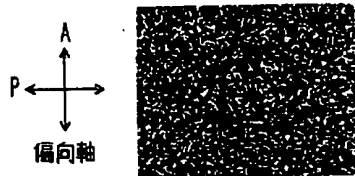
実験例 (4)、(5)、(6)

(a) SLIT SH 直線偏光板
クロス配置(b) SLIT SH 円偏光板
CP-B/CP-D(c) ランダム SH 直線偏光板
クロス配置(d) ランダム SH 円偏光板
CP-B/CP-D(e) 89.5° SH 直線偏光板
クロス配置(f) 89.5° SH 円偏光板
CP-B/CP-D

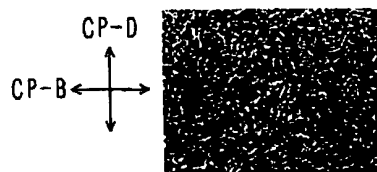
[Drawing 9]

実験例 (1)

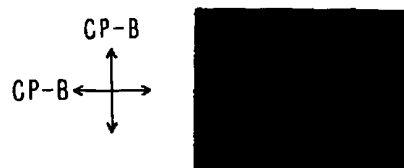
(a) a-ECB直線偏光板
クロス配置



(b) a-ECB円偏光板
CP-B/CP-D



(c) a-ECB円偏光板
CP-B/CP-B



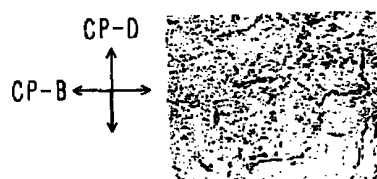
[Drawing 10]

実験例 (3)

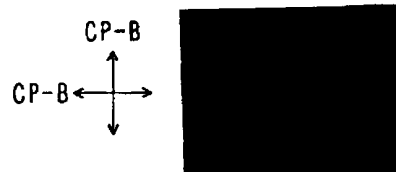
(a) a-HAN直線偏光板
クロス配置



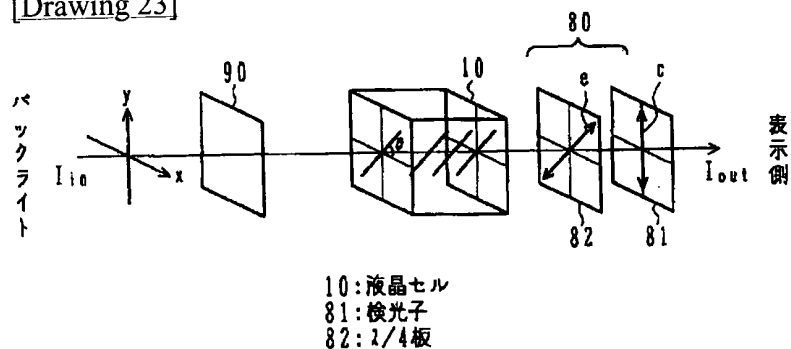
(b) a-HAN円偏光板
CP-B/CP-D



(c) a-HAN円偏光板
CP-B/CP-B

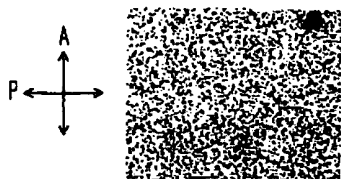
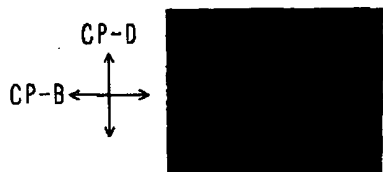
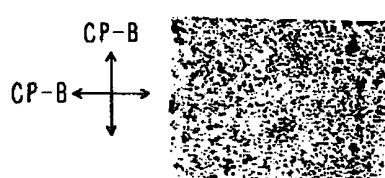


[Drawing 23]



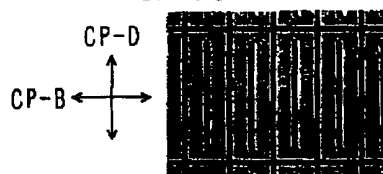
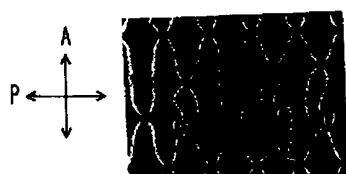
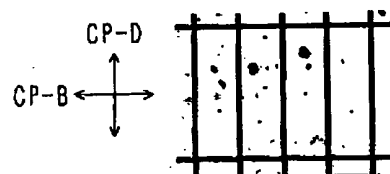
[Drawing 11]

実験例 (2)

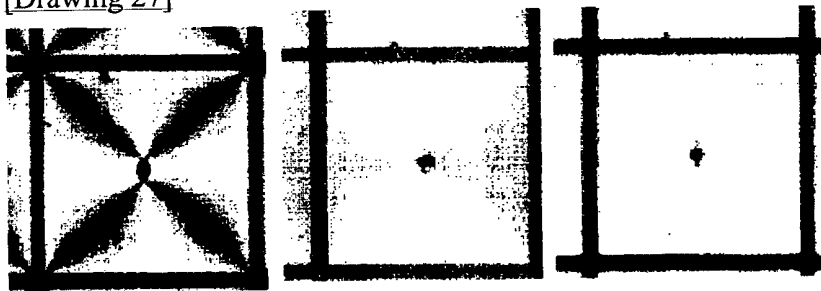
(a) a-TN直線偏光板
クロス配置(b) a-TN円偏光板
CP-B/CP-D(c) a-TN円偏光板
CP-B/CP-B

[Drawing 12]

実験例 (4)、(5)

(a) SLIT SH 直線偏光板
クロス配置(b) SLIT SH 円偏光板
CP-B/CP-D(c) ランダム SH 直線偏光板
クロス配置(d) ランダム SH 円偏光板
CP-B/CP-D

[Drawing 27]



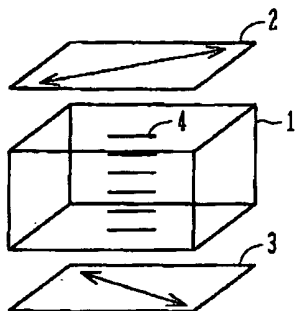
(a) 直線偏光板

(b) パラレル配置

(c) クロス配置

[Drawing 35]

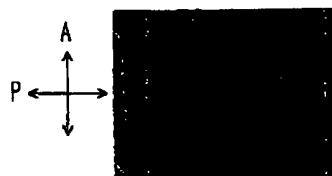
従来の技術



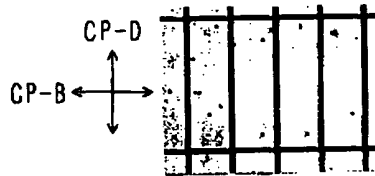
[Drawing 13]

実験例 (6)

(a) 89.9° SH 直線偏光板
クロス配置



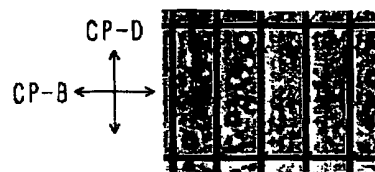
(b) 89.9° SH 円偏光板
CP-B/CP-D



(c) 89.5° 直線偏光板
クロス配置



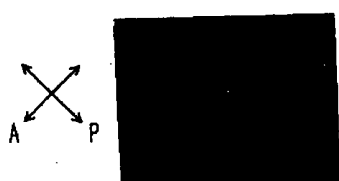
(d) 89.5° SH 円偏光板
CP-B/CP-D



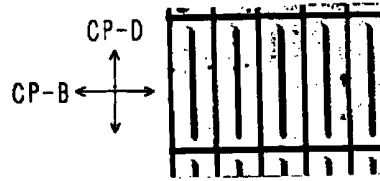
[Drawing 14]

実験例 (4)、(5)

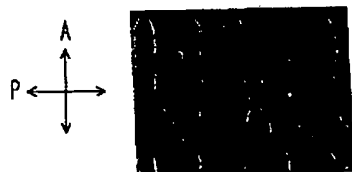
(a) SLIT SH 直線偏光板
クロス配置



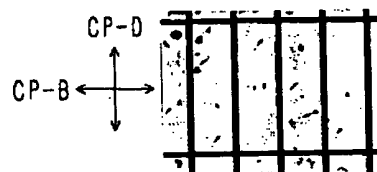
(b) SLIT SH 円偏光板
CP-B/CP-D



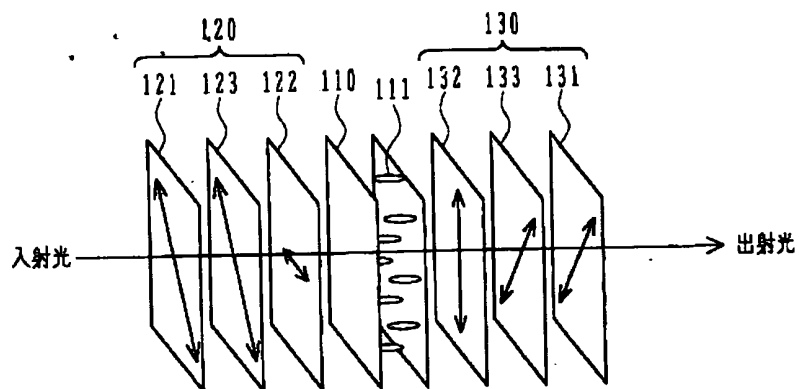
(c) ランダム SH 直線偏光板
クロス配置



(d) ランダム SH 円偏光板
CP-B/CP-D



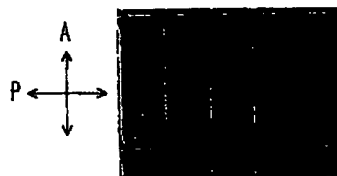
[Drawing 28]



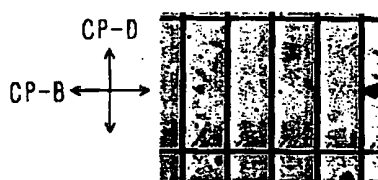
[Drawing 15]

実験例 (6)

(a) 89.9°SH 直線偏光板
クロス配置



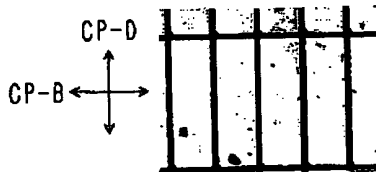
(b) 89.9°SH 円偏光板
CP-B/CP-D



(c) 89.5°SH 直線偏光板
クロス配置



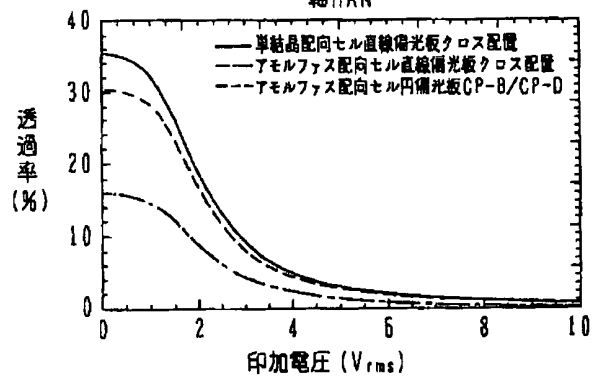
(d) 89.5°SH 円偏光板
CP-B/CP-D



[Drawing 18]

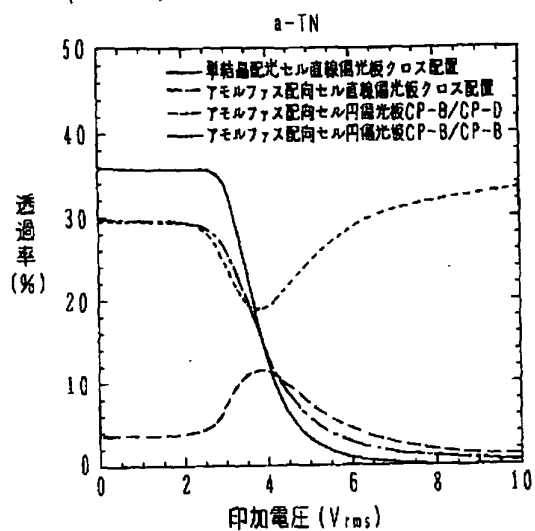
実験例 (3)

—軸HAN



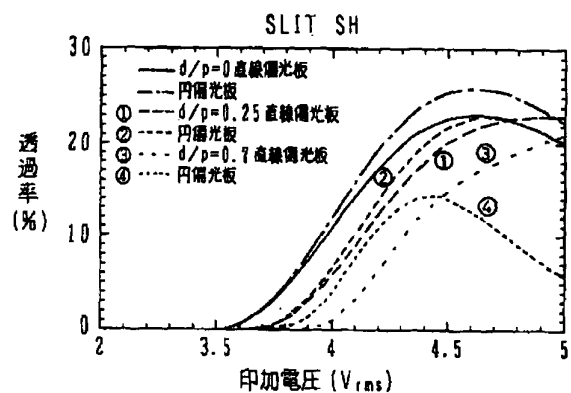
[Drawing 19]

実験例 (2)



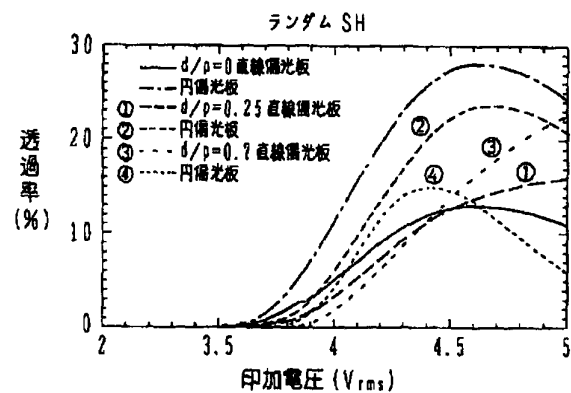
[Drawing 20]

実験例 (4)



[Drawing 21]

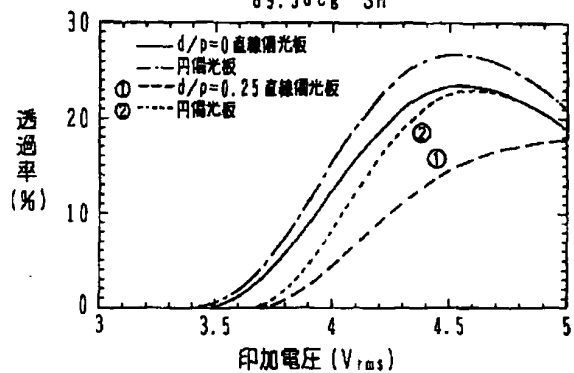
実験例 (5)



[Drawing 22]

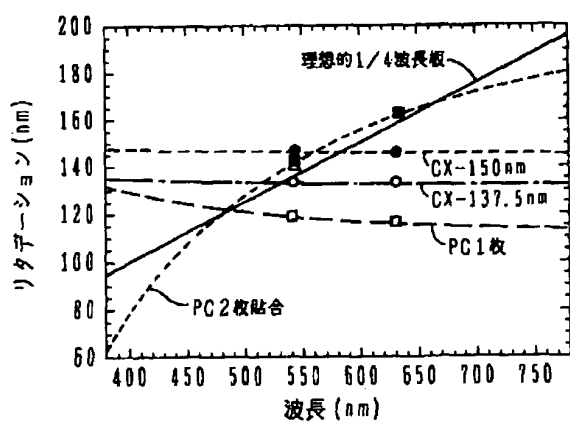
実験例 (6)

89.5deg SH



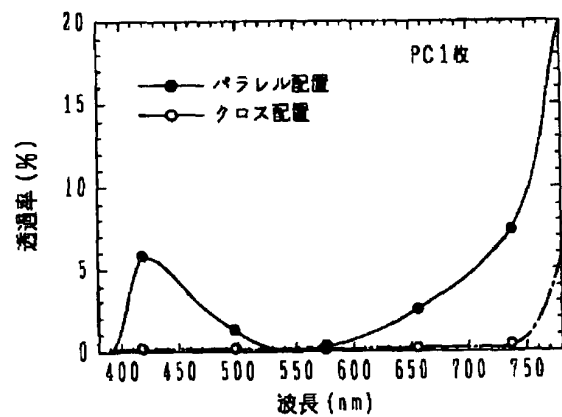
[Drawing 24]

波長分散カーブフィッティング結果



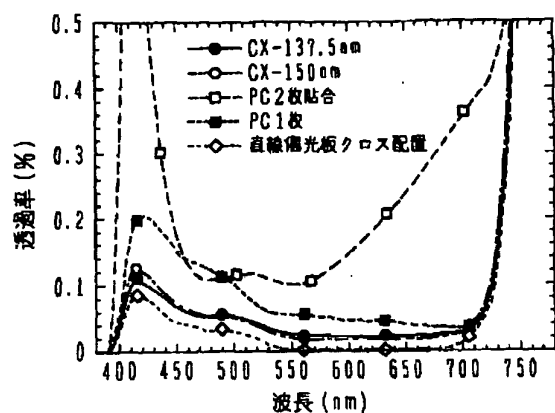
[Drawing 25]

左右円偏光板配置依存



[Drawing 26]

・ 左右円偏光板クロス配置時フィルム依存

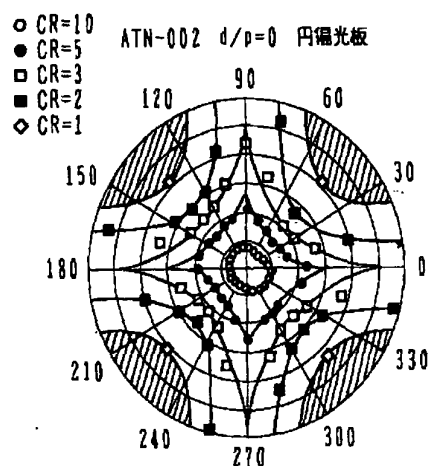
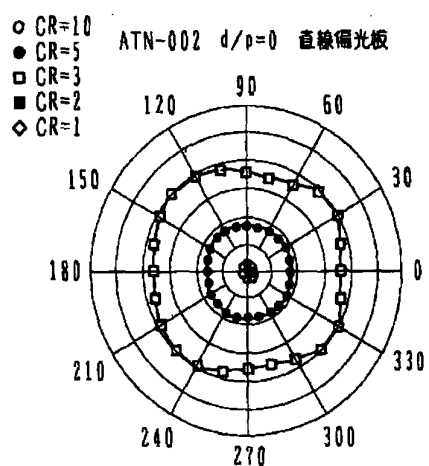


[Drawing 29]

デューティ駆動時視角特性

(a) 直線偏光板LCD

(b) 円偏光板LCD

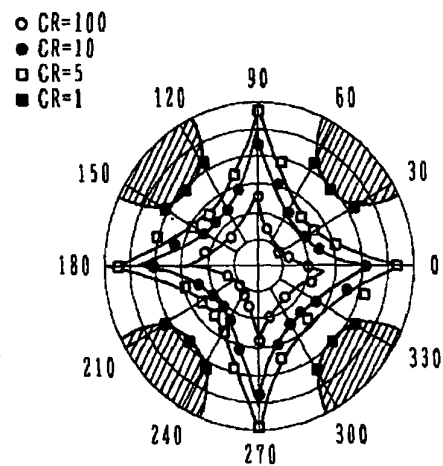
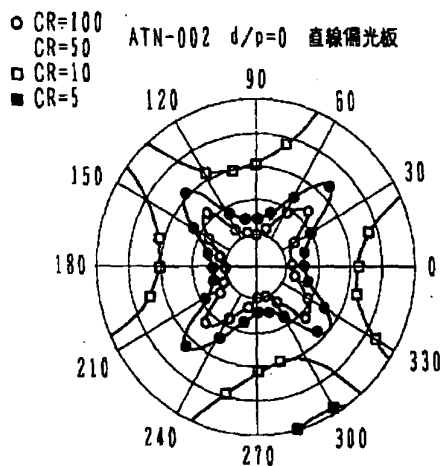


[Drawing 30]

スタティック駆動時視角特性

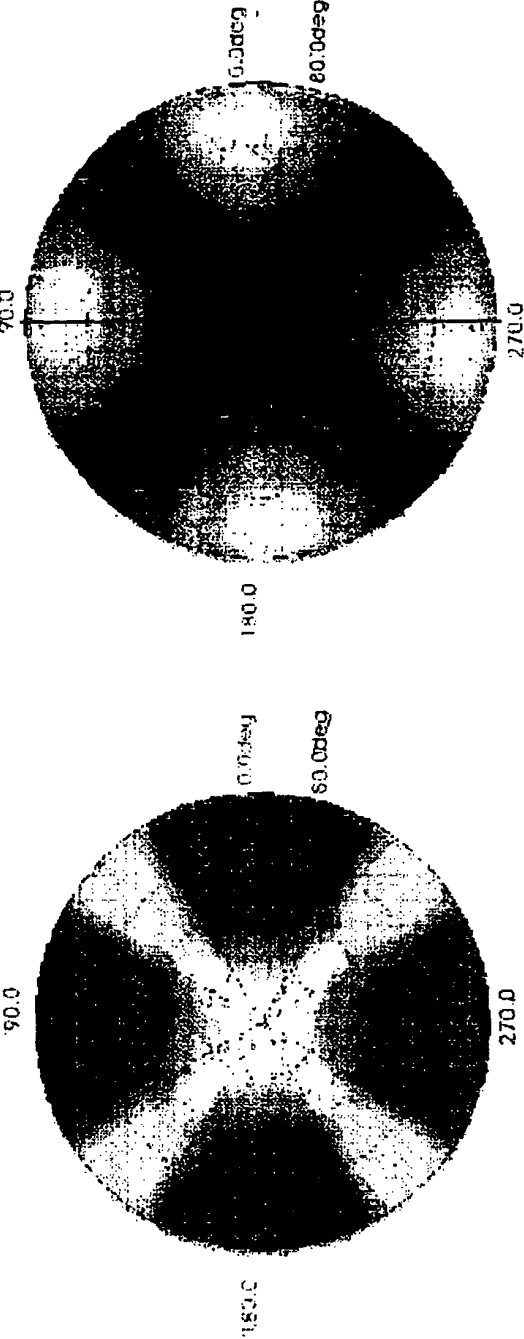
(a) 直線偏光板LCD

(b) 円偏光板LCD



[Drawing 31]

直線偏光板

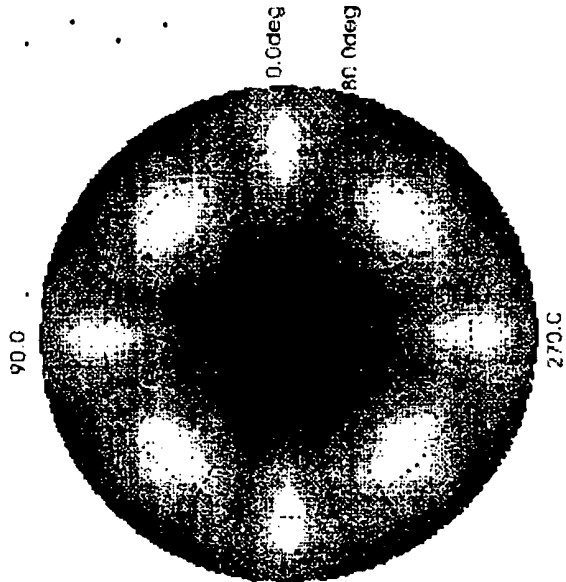


(a) 等コントラスト

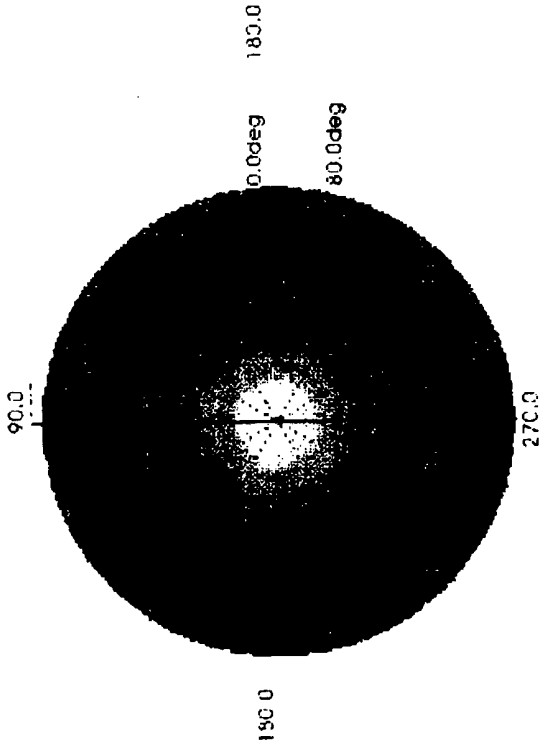
(b) 黒レベル等ルミナンス

[Drawing 32]

円偏光板



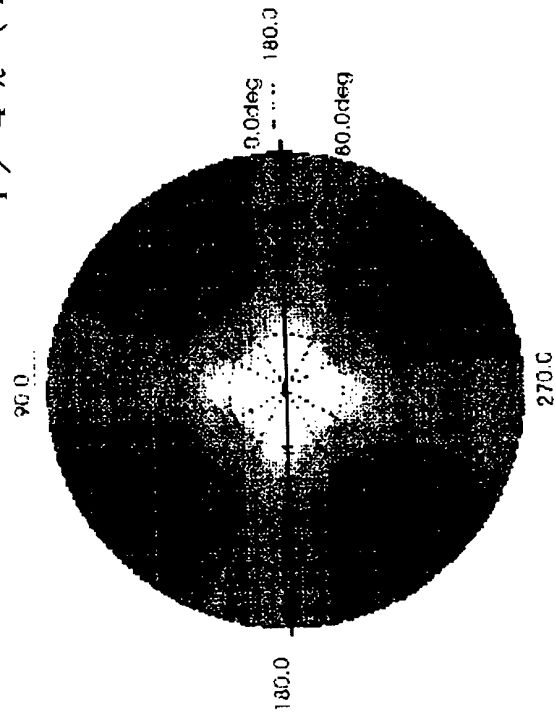
(b) 黒レベル等ルミナンス



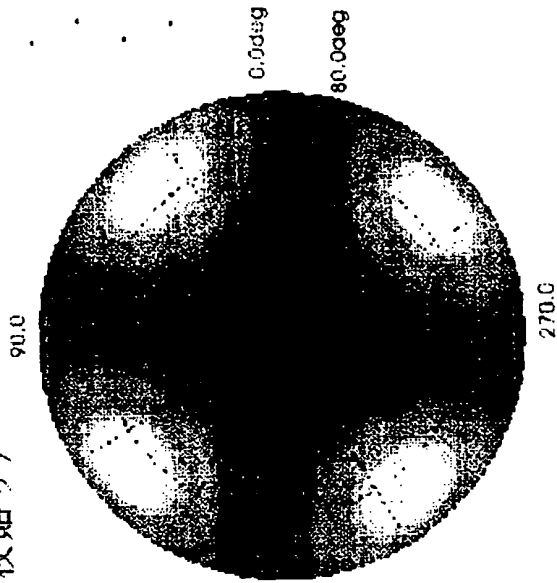
(a) 等コントラスト

[Drawing 33]

1 / 4 λ (1枚貼り)



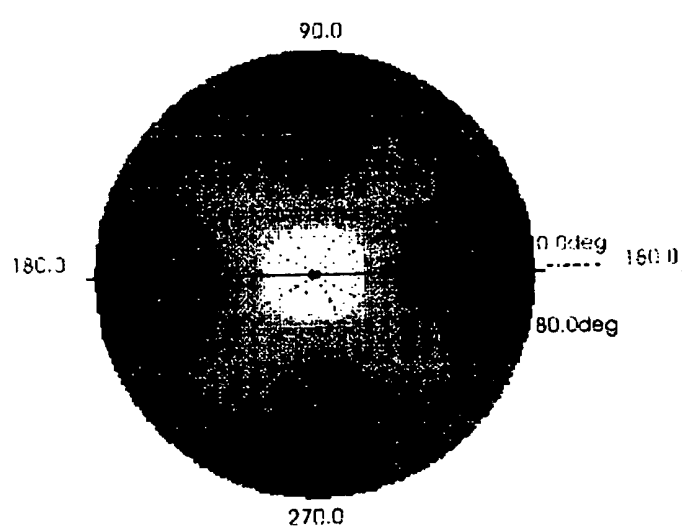
(a) 等コントラスト



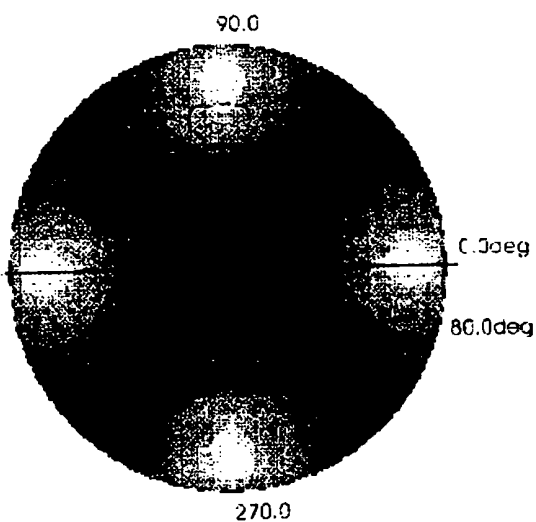
(b) 黒レベル等ルミナンス

[Drawing 34]

$\lambda/8 + \lambda/8$ (2枚貼り)



(a) 等コントラスト



(b) 黒レベル等ルミナンス

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CORRECTION or AMENDMENT

[Official Gazette Type] Printing of amendment by the convention of 2 of Article 17 of patent law.

[Section partition] The 2nd partition of the 6th section.

[Date of issue] April 26, Heisei 14 (2002. 4.26)

[Publication No.] JP,2002-40428,A (P2002-40428A)

[Date of Publication] February 6, Heisei 14 (2002. 2.6)

[**** format] Open patent official report 14-405.

[Filing Number] Application for patent 2000-273321 (P2000-273321)

[The 7th edition of International Patent Classification]

G02F 1/13363

1/1335 510

1/139

[FI]

G02F 1/13363

1/1335 510

1/137 505

[Procedure revision]

[Filing Date] January 15, Heisei 14 (2002. 1.15)

[Procedure amendment 1]

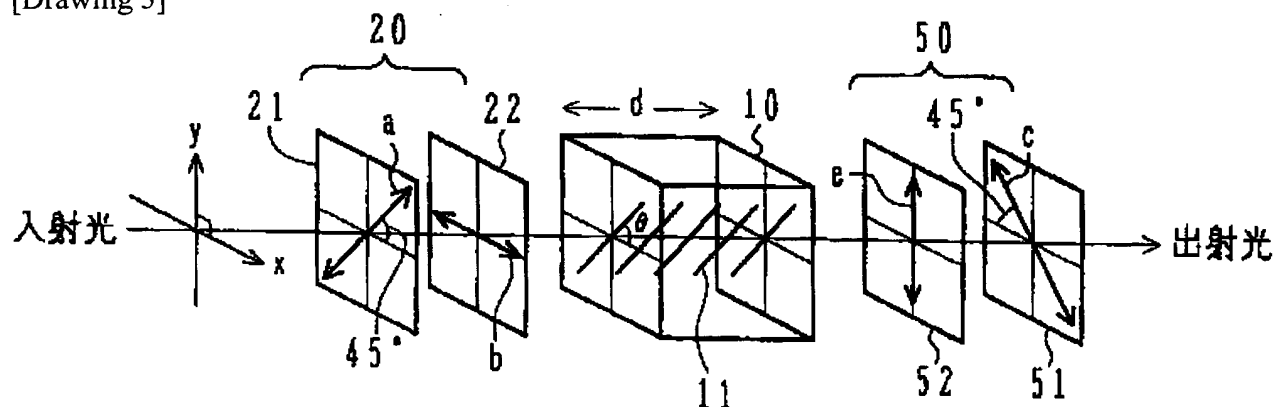
[Document to be Amended] DRAWINGS

[Item(s) to be Amended] Drawing 3.

[Method of Amendment] Change.

[Proposed Amendment]

[Drawing 3]



[Procedure amendment 2]

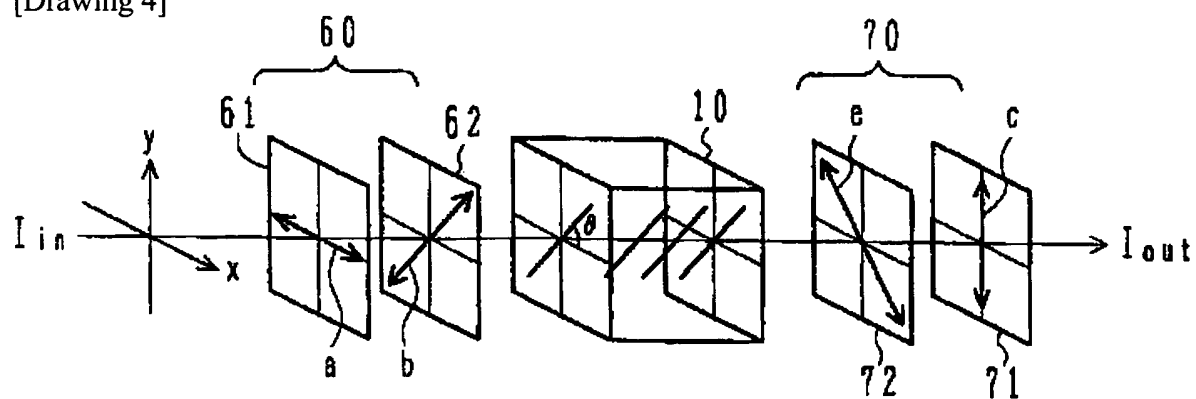
[Document to be Amended] DRAWINGS

[Item(s) to be Amended] Drawing 4.

[Method of Amendment] Change.

[Proposed Amendment]

[Drawing 4]



10: 液晶セル

61: 偏光子

62: $\lambda/4$ 板

71: 検光子

72: $\lambda/4$ 板

[Translation done.]